



TUGAS AKHIR - 145565

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LAJU ALIRAN *SUPPLY* AIR PANAS KE *MINI PLANT HEAT EXCHANGER*

AHMAD NAJAHUL KHOIR
NRP : 10511500000011

Dosen Pembimbing 1 :
Dr.Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIP. 19650309 199002 1 001

Dosen Pembimbing 2 :
Ahmad Fauzan 'Adziimaa, S.T,M.Sc.
NPP. 1991201711052

PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



FINAL PROJECT - 145565

DESIGN OF FLOW RATE CONTROL SYSTEM HOT WATER SUPPLY TO MINI PLANT HEAT EXCHANGER SIMULATOR

AHMAD NAJAHUL KHOIR
NRP : 10511500000011

Counselor Lecturer 1 :
Dr.Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIP. 19650309 199002 1 001

Counselor Lecturer 2 :
Ahmad Fauzan 'Adziimaa, S.T,M.Sc.
NPP. 1991201711052

DIPLOMA 3 OF INSTRUMENTATION TECHNOLOGY
DEPARTMEN OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN I

"RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LAJU ALIRAN *SUPPLY* AIR PANAS KE *MINI PLANT HEAT EXCHANGER*"

TUGAS AKHIR

Oleh :

AHMAD NAJAHUL KHOIR
NRP.10511500000011

Surabaya, 26 Juli 2018
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Dr.Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIP. 19650309 199002 1 001

Dosen Pembimbing II



Ahmad Fauzan Adzima, S.T.M.Sc.
NIP. 19912017111052



Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi FV-ITS
Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN II

“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LAJU ALIRAN SUPPLY AIR PANAS KE *MINI PLANT HEAT EXCHANGER*”

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memperoleh salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Ahli Madya
Pada
Program studi D3 Teknologi Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
AHMAD NAJAHUL KHOIR
NRP.10511500000011

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr.Ir. Totok Soehartanto, DEA Pembimbing I
2. Ahmad Fauzan 'Adziimaa, S.T,M.Sc..... Pembimbing II
3. Ir. Tutug Dhanardono, M.T Dosen Penguji

SURABAYA
2018

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LAJU ALIRAN SUPPLY AIR PANAS KE MINI PLANT HEAT EXCHANGER

Nama : Ahmad Najahul Khoir
NRP : 10511500000011
Departemen : Teknik Instrumentasi FV-ITS

ABSTRAK

Heat Exchanger adalah alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengubah *temperature* dan fasa suatu jenis fluida. Proses tersebut terjadi dengan memanfaatkan proses perpindahan kalor dari *fluida* suhu tinggi menuju *fluida* suhu rendah. Di dalam dunia industri peran dari heat exchanger sangat penting. Pada penelitian ini, difokuskan pada usaha untuk memaksimalkan pengendalian Laju aliran air panas yang akan masuk ke alat *heat exchanger*. Secara umum cara kerjanya yaitu jika Laju aliran yang masuk ke *inlet Heat exchanger* terlalu cepat maka didapatkan Suhu rendah atau kurang dari set point yang di tetapkan yaitu 50°C. Jika laju aliran terlalu lambat bahkan berhenti maka *Temperatur* akan tinggi atau melebihi *set point*. Cara yang digunakan untuk memanipulasi Laju aliran dan Suhu adalah dengan mengatur buka-tutup katup valve menggunakan metode pengendalian close loop. untuk mencapai setpoint 50°C di dapatkan 60 menit di posisi plant start up dari suhu air biasa 24°C dengan valve buka 100% dengan maximum flow sebesar 8 Liter/menit.

Kata Kunci : *Heat Exchanger*, Laju aliran, Suhu, Pengendalian

DESIGN OF FLOW RATE CONTROL SYSTEM HOT WATER SUPPLY TO MINI PLANT HEAT EXCHANGER

Name : Ahmad Najahul Khoir
NRP : 10511500000011
Department : Instrument Engineering FV-ITS

ABSTRACT

Heat Exchanger is a heat exchange device that serves to change the temperature and phase of a fluid type. The process occurs by utilizing the process of heat transfer from high temperature fluid to low temperature fluid. In the industrial world the role of the heat exchanger is very important. In this research, focused on efforts to maximize the control of hot water flow that will enter the heat exchanger tool. In general, the way it works is that if the flow into the inlet Heat exchanger is too fast then the Temperature is obtained low or less than the set point is set at 50 ° C. If the flow is too slow to even stop then the temperature will be high or exceed the set point. The way used to manipulate flow and temperature is by arranging open-close valve using the metode close loop control. The valve to reach the setpoint 50 ° C in obtaining 60 minutes at the plant starts the position of the usual water temperature 24 ° C with 100% open valve with a maximum flow of 8 Liters / minute.

Keywords : Heat Exchanger, Flow, Temperature, Control

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan kebesaran-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LAJU ALIRAN SUPPLY AIR PANAS KE MINI PLANT HEAT EXCHANGER”

Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih ang sebesar-besarnya kepada

1. Keluarga tercinta, orangtua penulis terima kasih atas dorongan semangatnya, bantuan dan dukungannya selama ini sehingga laporan ini dapat selesai dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, MSc selaku kepala departemen teknik instrumenatsi ITS, Surabaya.
3. Bapak Dr.Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku dosen pembimbing pertama Tugas Akhir.
4. Bapak Ahmad Fauzan ‘Adziimaa, ST,M.Sc selaku dosen pembimbing kedua Tugas Akhir.
5. Mas Dayat yang membantu dalam hal memberi saran dalam Tugas Akhir ini.
6. Rekan-rekan team tugas akhir Heat exchanger atas kekompakan dan kerjasamanya.
7. Teman-teman D3 teknik Instrumentasi angkatan 2015 yang membantu dan mensupport selama kegiatan Tugas Akhir berlangsung.
8. Seluruh karyawan dan staff Departemen Teknik Instrumentasi yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, penulis sangat berterimakasih atas

segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik lagi untuk di kemudisn hari. Demikian laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 25 Juni 2018

Penulis

Ahmad Najahul Khoir

NRP. 10 5115 00000 011

DAFTAR ISI

COVER I.....	i
COVER II	ii
LEMBAR PENGESAHAN I.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Lingkup Tugas Akhir	2
BAB II.....	3
TEORI DASAR	3
2.1 Heat Exchanger	3
2.2 Kalor yang dihasilkan oleh Fluida	4
2.3 Flow Trasnmmitter (Water Flow Sensor)	6
2.4 Temperature Transmitter (<i>Thermocouple Type K</i>)	7
2.5 Motor Operated Valve	8
2.6 Mikrokontroller ATmega16.....	12
2.7 LCD 16x2.....	13
2.8 Sistem Kontrol Loop Tertutup	14
BAB III	17
METODOLOGI.....	17
3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	17
3.2 Perancangan Sistem Hardware.....	19
3.3 Perancangan Sistem Elektrik	21

3.4	Flowchart Software.....	28
BAB IV		31
HASIL DATA DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Validasi Alat	31
4.1.1	Pengujian Thermocouple type K.....	31
4.1.2	Pengujian Water Flow Sensor.....	33
4.2	Data Pengujian Motor Electricall Ball valve	36
4.3	Perbandingan Data Respon Sensor Water Flow Sensor dan Thermocouple	38
4.4	Loss Suhu Pada Pipa.....	41
BAB V		45
PENUTUP		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		

Lampiran A Datasheet Motorized Electricall Ball Valve

Lampiran B Datasheet PC817

Lampiran C Datasheet MAX6675

Lampiran D Datasheet Waterflow Sensor

Lampiran E Program Pengendalian CV AVR

BIODATA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penukar kalor tipe tabung dan pipa (shell and tube)	3
Gambar 2.2 Water Flow Sensor	7
Gambar 2.3 Thermocouple	8
Gambar 2.4 Ball Valve	9
Gambar 2.5 Valve Penggerak Motor DC	10
Gambar 2.6 Prinsip Limit switch	11
Gambar 2.7 Rangkaian driver motor DC	11
Gambar 2.8 Pena-Pena Atmega16	13
Gambar 2.9 Konfigurasi pin dari LCD	14
Gambar 2.10 Sistem Loop Tertutup.....	15
 Gambar 3.1 Diagram alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	17
Gambar 3.2 P&ID plan simulator Heat Exchanger.....	20
Gambar 3.3 P&ID Plant Tugas Akhir.....	20
Gambar 3.4 Block Diagram sistem pengendalian.....	21
Gambar 3.5 simulasi Proteus ATmega16 ke LCD 16x2.....	23
Gambar 3.6 Karakter yang muncul di LCD16x2	23
Gambar 3.7 Simulasi Proteus rangkaian driver motor DC Ke ATmega 16.....	24
Gambar 3.8 Motorized Electrical Ball Valve dan Driver Motor DC	25
Gambar 3.9 Simulasi Proteus Thermocouple type K dan MAX6675 Ke ATmega 16.....	26
Gambar 3.10 MAX6675 dan Thermocouple type K.....	26
Gambar 3.11 simulasi Proteus Water Flow Sensor ke Atmega16.....	27
Gambar 3.12 Water Flow Sensor	27
Gambar 3.13 Flowchart Program.....	28
 Gambar 4.1 Validasi Thermocouple K	31

Gambar 4.2 Grafik Thermocouple K	32
Gambar 4.3 Tangki terukur	34
Gambar 4.4 Grafik perbandingan standart dan uji	36
Gambar 4.5 Perbandingan grafik open valve dengan flow ...	37
Gambar 4.6 perbandingan grafik open valve dengan thermocouple.....	38
Gambar 4.7 respon grafik flow terhadap waktu	40
Gambar 4.8 respon grafik temperature terhadap waktu	40
Gambar 4.9 Perbandingan grafik suhu heater dengan suhu outlet	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 kalor jenis beberapa benda atau zat.....	5
Tabel 3.1 penentuan port di ATmega16.....	21
Tabel 4.1 pengujian Thermocouple K.....	32
Tabel 4.2 Data Uji Water Flow Sensor.....	33
Tabel 4.3 Data perbandingan pengujian dan standart.....	35
Tabel 4.4 Pengujian bukaan MOV.....	36
Tabel 4.5 Data respon sensor.....	38
Tabel 4.6 Loss Suhu pada pipa.....	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Simulator alat *Heat Exchanger* mempergunakan campuran air panas dan air dingin dimana air panas dihasilkan oleh tangki pemanas dan air dingin dihasilkan oleh tangki pendingin. Proses pencampuran air panas dan air dingin dalam rangka mendapatkan air dengan temperature tertentu melalui manipulasi debit air panas dan debit air dingin. Akan tetapi proses pembuatan dan proses pembuatan air dingin tidak ada kordinasi sehingga kalor yang dibutuhkan oleh air dingin untuk mencapai temperature tertentu perlu dilakukan perhitungan akurat kalor berasal dari perkalian antara *mass flowarate* air panas terhadap temperature dari air panas dan air yang di inginkan.

Untuk itu pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan sistem pengendalian kalor yang diberikan ke air dingin melalui manipulasi debit air panas yang dikalikan dengan perbedaan temperature. Pada sistem ini *controller* yang dipergunakan untuk memanipulasi *mass flowarate* bekerja atas dasar program perhitungan $Q=M.C.\Delta T$, dimana M dot berasal dari *flow transmitter* dan ΔT berasal dari t dari alat penukar panas dan *temperature* yang di inginkan.

Hasil yang akan di dapatkan pada tugas akhir ini adalah sebuah simulator sistem pengendalian kalor yang disuplay dari hasil perkalian antara *mass flow rate* yang diukur dan *temperature* yang diukur.

1.2 Rumusan Masalah

Dari paparan latar belakang diatas maka permasalahan pada tugas akhir ini adalah ;

1. Bagaimana merancang *sensor flow transmitter* dan *temperature* yang diletakkan pada jalur *pipeline inlet* ke alat penukar panas.

2. Bagaimana membuat program untuk menghitung kalor yang diberikan ke alat *Heat exchanger* dari hasil pengukuran *flow trasnsmitter* dan *temperature transmitter*.
3. Bagaimana membuat program untuk mengendalikan Valve agar hasil pengukuran *flow transmitter* dan *temperature transmitter* Mencapai *Set Point* yang diinginkan dan juga mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point*.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari Tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. merancang *sensor flow* dan *temperature* yang diletakkan pada jalur *pipeline inlet* ke alat *Heat Exchanger*.
2. membuat program untuk menghitung kalor yang diberikan ke alat *Heat exchanger* dari hasil pengukuran *flow trasnsmitter* dan *temperature transmitter*.
3. membuat program untuk mengendalikan Valve agar hasil pengukuran *flow transmitter* dan *temperature transmitter* Mencapai *Set Point* yang diinginkan dan juga mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point*.

1.4 Lingkup Tugas Akhir

Lingkup Tugas Akhir ini meliputi :

1. Perancangan *flow transmitter* dan *temperature transmitter* yang diletakkan pada jalur pipa *inlet* ke alat *heat exchanger*..
2. Pemrograman untuk mengendalikan Valve agar hasil pengukuran *flow transmitter* dan *temperature transmitter* Mencapai yang diinginkan dan juga mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point*.
3. program untuk menghitung kalor yang diberikan ke alat *Heat exchanger* dari hasil pengukuran *flow trasnsmitter* dan *temperature transmitter*.

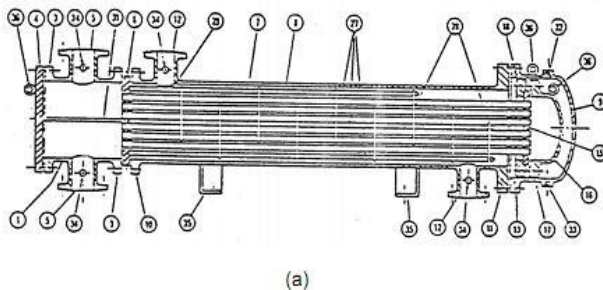
BAB II

TEORI DASAR

2.1 Heat Exchanger

Heat Exchanger adalah alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengubah temperatur dan fasa suatu jenis fluida. Proses tersebut terjadi dengan memanfaatkan proses perpindahan kalor dari fluida bersuhu tinggi menuju fluida bersuhu rendah. Di dalam dunia industri peran dari heat exchanger sangat penting. Misal dalam industri pembangkit tenaga listrik, heat exchanger berperan dalam peningkatan efisiensi sistem. Contohnya adalah ekonomizer, yaitu alat penukar kalor yang berfungsi memanaskan feed water sebelum masuk ke boiler menggunakan panas dari exhaust gas (gas buang). Selain itu heat exchanger juga merupakan komponen utama dalam sistem mesin pendingin, yaitu berupa evaporator dan condenser.

Tipe tabung dan pipa merupakan jenis penukar kalor yang paling banyak digunakan di industri khususnya industri perminyakan. Jenis ini terdiri dari suatu tabung dengan diameter cukup besar yang di dalamnya berisi seberkas pipa dengan diameter relatif kecil seperti diperlihatkan pada Gambar 2.1. Salah satu fluida yang dipertukarkan energinya dilewatkan di dalam pipa atau berkas pipa sedang fluida yang lainnya dilewatkan di luar pipa atau di dalam tabung



Gambar 2.1 Penukar kalor tipe tabung dan pipa (shell and tube)[2]

Nomenklatur dari Gambar 2.1 :

1. Tabung (shell)
2. Tutup tabung (shell cover)
3. Flens sisi alur (shell flange channel end)
4. Flens sisi tutup tabung (shell flange cover end)
5. Nosel (shell nozzle)
6. Pemegang pipa mengambang (floating tube sheet)
7. Penutup tabung mengambang (floating head cover)
8. Flens mengambang (floating head flange)
9. Peralatan di belakang flens (floating head backing device)
10. Pemegang pipa tetap (stationary tubesheet)
11. Kanal atau tutup tetap (channel or stationary head)
12. Tutup kanal (channel cover)
13. Nosel kanal (Channel nozzle)
14. Batang penguat dan pemisah (tie rod & spacers)
15. Bafel atau pelat pendukung(baffles or support plate)
16. Bafel penahan semprotan (impingement baffle)
17. Partisi laluan (pass partition)
18. Penghubung pengeluaran gas (vent connection)
19. Penghubung tempat pembuangan (drain connection)
20. Tempat alat ukur (instrument connection)
21. Tempat penopang (support saddles)
22. Lobang tempat untuk mengangkat (lifting lugs)
23. Pipa-pipa (tubes)
24. Weir penyambung alat untuk melihat ketinggian cairan (liquid level connection)

2.2 Kalor yang dihasilkan oleh Fluida

Kalor adalah suatu bentuk energi yang dapat berpindah karena adanya perbedaan suhu. Secara alamiah berpindah dari benda yang suhunya tinggi ke benda yang suhunya rendah ketika kedua benda tersebut disentuh atau dicampur. Kalor merupakan salah satu bentuk energi, sehingga satuan kalor sama dengan satuan energi.

Dalam satuan SI, satuan kalor yaitu joule (J). Sedangkan satuan lain yang digunakan adalah kalori (kal).

$$1 \text{ kal} = 4,2 \text{ J} \text{ atau } 1 \text{ J} = 0,24 \text{ kal}$$

Banyak kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu zat (Q) yaitu:

- sebanding dengan massa zat (m), satuannya kg,
- sebanding dengan kalor jenis zat (c), satuannya $\text{J/kg}^\circ\text{C}$,
- sebanding dengan kenaikan suhunya (ΔT), satuannya $^\circ\text{C}$.

Secara matematis Rumus Kalor ditulis dengan:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots\dots\dots(1)$$

$$c = Q/m \cdot \Delta T$$

Keterangan :

Q = kalor yang dilepas atau diterima (joule)

m = massa zat (kg)

c = kalor jenis zat ($\text{joule/kg}^\circ\text{C}$)

$\Delta = T - T_0$ = perubahan suhu ($^\circ\text{C}$)

T = suhu mula-mula zat ($^\circ\text{C}$)

T_0 = suhu akhir zat ($^\circ\text{C}$)

Berlaku asas Black, yang berbunyi:

"Banyaknya kalor yang dilepaskan benda bersuhu tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima benda yang bersuhu lebih rendah." $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$.

Tabel 1. Kalor Jenis Beberapa Benda atau Zat

No.	Benda	Kalor Jenis ($\text{Joule/Kg. } ^\circ\text{C}$)
1.	Air	4200
2.	Aluminium	900
3.	Tembaga	390
4.	Udara	1000

Besarnya kalor jenis tiap komponen atau benda berbeda dan dapat dilihat pada Tabel 1. Proses pemanasan atau

penurunan air laut dapat dilakukan dengan menggunakan pemanas elektrik dan pendingin termoelektrik. Proses pemanasan dilakukan dengan menggunakan elemen pemanas elektrik yang terdiri atas elemen pemanas yang dililitkan pada isolator tahan panas dan dapat menghantarkan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi. Besarnya kalor yang dihasilkan pemanas adalah berbanding lurus dengan jumlah listrik yang digunakan sesuai dengan Persamaan (2):

$$W = Q \dots\dots\dots(2)$$

dimana $W = V \cdot I \cdot t$ dan substitusi Persamaan (1) dan (2) sehingga menjadi $V \cdot I \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta T \dots\dots\dots(3)$ Jika pemanas dimodelkan sebagai suatu beban resistif maka kalor per unit waktu adalah $P = V \times I \dots\dots\dots(4)$

$$\text{dimana : } I = V / R \text{ maka : } P = V^2 / R \dots\dots\dots(5)$$

Dimana P merupakan daya pemanas, V adalah tegangan (V) dan R adalah hambatan pemanas (ohm). Besarnya temperatur dapat diatur dengan meningkatkan atau menurunkan tegangan pemanas[6].

2.3 Flow Trasnmitter (Water Flow Sensor)

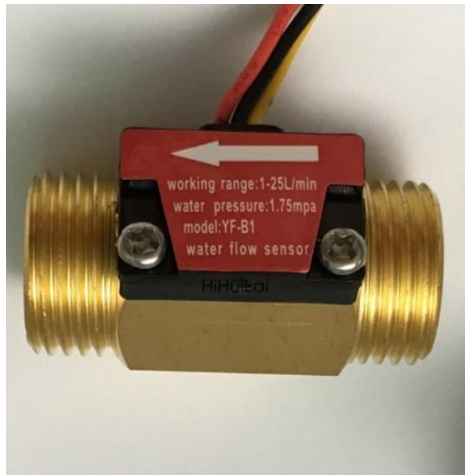
Water Flow sensor adalah sensor yang berfungsi untuk menghitung debit air yang mengalir yang menggerakkan motor dalam satuan Liter. Sensor ini terdiri dari beberapa bagian antara lain katup plastik, rotor air, dan sensor hall efek.

Motor akan bergerak serta kecepatan akan berubah-ubah sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir. Pada sensor hall efek yang terdapat pada sensor ini akan membaca sinyal tegangan yang berupa pulsa dan mengirim sinyal tersebut ke mikro kontroler dalam hal ini Mikrokontroller dan diolah sebagai data laju akan debit air yang mengalir.

Air yang mengalir akan melewati katup dan akan membuat rotor magnet berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan tingkat aliran yang mengalir. Medan magnet yang terdapat pada rotor akan memberikan efek pada sensor efek hall dan itu akan

menghasilkan sebuah sinyal pulsa yang berupa tegangan (Pulse Width Modulator).

Output dari pulsa tegangan memiliki tingkat tegangan yang sama dengan input dengan frekuensi laju aliran air. Sinyal tersebut dapat diolah menjadi data digital melalui pengendali atau mikrokontroler. [4]



Gambar 2.2 Water Flow Sensor[5]

2.4 Temperature Transmitter (*Thermocouple Type K*)

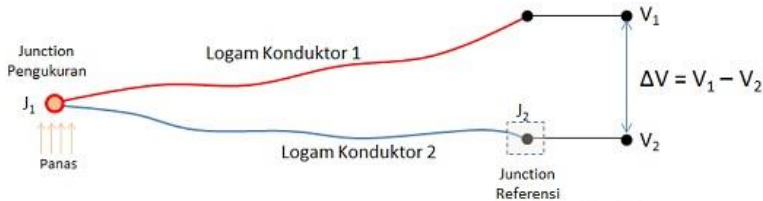
Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “Thermo-electric”. Efek Thermo-electric pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama Thomas Johann Seebeck pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik.

Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (junction) ini dinamakan dengan Efek “Seebeck”.

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam

konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas. Untuk lebih jelas mengenai Prinsip Kerja Termokopel, mari kita melihat gambar dibawah ini :

Termokopel (Thermocouple)



Gambar 2.3 Thermocouple[6]

Berdasarkan Gambar diatas, ketika kedua persimpangan atau Junction memiliki suhu yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah “NOL” atau $V_1 = V_2$. Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan suhu panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan suhu diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang nilainya sebanding dengan suhu panas yang diterimanya atau $V_1 - V_2$. Tegangan Listrik yang ditimbulkan ini pada umumnya sekitar $1 \mu V - 70 \mu V$ pada tiap derajat Celcius. Tegangan tersebut kemudian dikonversikan sesuai dengan Tabel referensi yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan pengukuran yang dapat dimengerti oleh kita[6].

2.5 Motor Operated Valve

MOV (Motor Operated Valve) adalah Valve dengan penggeraknya adalah motor yang dikombinasikan dengan elektronik yang mentrigger untuk memutar gear2 yang ada pada unit valve tersebut. Kemudian untuk menstop motor yang bergerak dipasang limit switch(sebagai pemutus power ke motor). Berikut

ini adalah penjelasan beberapa komponen pendukung dari MOV itu sendiri[4].

a). Ball Valve

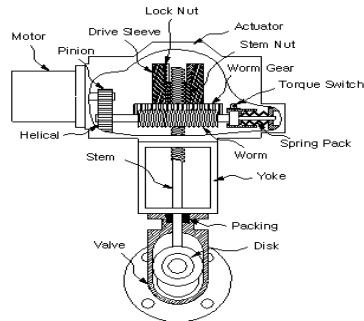
Ball Valve adalah sebuah Valve atau katup dengan pengontrol aliran berbentuk disc bulat (seperti bola/belahan). Bola itu memiliki lubang, yang berada di tengah sehingga ketika lubang tersebut segaris lurus atau sejalan dengan kedua ujung Valve / katup, maka aliran akan terjadi. Tetapi ketika katup tertutup, posisi lubang berada tegak lurus terhadap ujung katup, maka aliran akan terhalang atau tertutup Ball valve banyak digunakan karena kemudahannya dalam perbaikan dan kemampuan untuk menahan tekanan dan suhu tinggi. Tergantung dari material apa mereka terbuat, Ball Valve dapat menahan tekanan hingga 10.000 Psi dan dengan temperature sekitar 200 derajat Celcius.



Gambar 2.4 Ball Valve[3]

b). Motor DC

Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Motor DC atau motor arus searah sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung dan tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas..

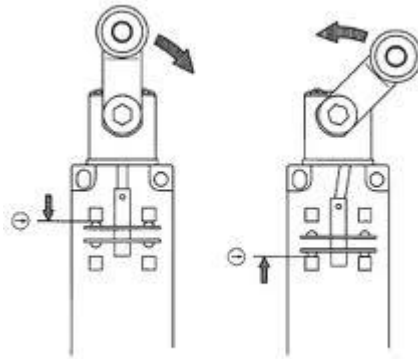


Gambar 2.5 Valve Penggerak Motor DC[7]

Catu tegangan DC dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet. Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor[7].

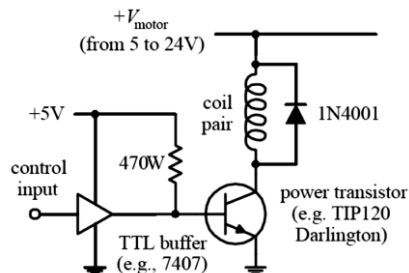
c). **Limit Switch**

kerja limit switch berbeda dengan saklar pada umumnya, jika pada saklar umumnya sistem kerjanya akan diatur/ dikontrol secara manual oleh manusia (baik diputar atau ditekan). Sedangkan limit switch dibuat dengan sistem kerja yang berbeda, limit switch dibuat dengan sistem kerja yang dikontrol oleh dorongan atau tekanan (kontak fisik) dari gerakan suatu objek pada aktuator, sistem kerja ini bertujuan untuk membatasi gerakan ataupun mengendalikan suatu objek/mesin tersebut, dengan cara memutuskan atau menghubungkan aliran listrik yang melalui terminal kontakannya[4].



Gambar 2.6 Prinsip Limit switch[4]

d). Driver MOV



Gambar 2.7 Rangkaian driver motor DC[7]

Power driver merupakan driver motor DC itu sendiri yang berfungsi untuk mengatur aliran arus agar dapat mengalir melewati lilitan pada stator motor DC. Driver ini bekerja dengan cara dikontrol oleh rangkaian logika yang berasal dari translator. Gambar 2.11 menunjukkan rangkaian driver motor DC untuk sepasang lilitan stator. Dirver tersebut menggunakan transistor untuk mengatur aliran arus yang melewati lilitan stator motor

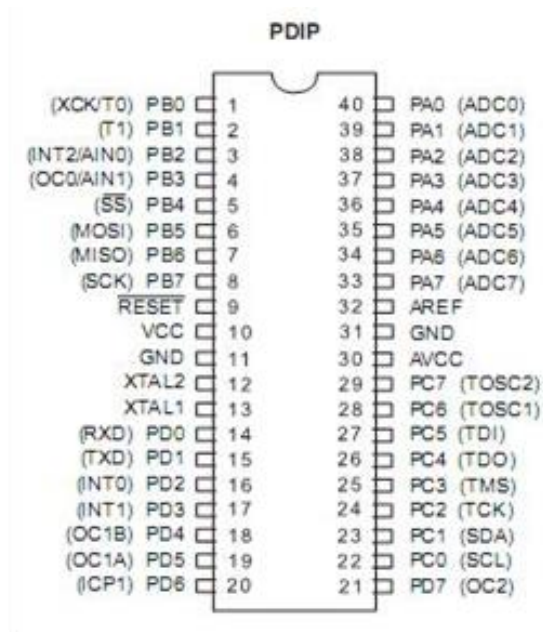
stepper. TTL buffer ditambahkan pada rangkaian driver tersebut untuk melindungi translator dari tegangan suplai motor ketika transistor mengalami kerusakan (colector-to-base breakdown). Dioda ditambahkan pada driver tersebut berfungsi untuk melindungi transistor dan rangkaian power suplai dari arus induksi yang ditimbulkan oleh lilitan motor DC[7].

2.6 Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (chip). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (Read-Only Memory), RAM (Read-Write Memory), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, ADC (Analog to Digital converter), DAC (Digital to Analog converter) dan serial komunikasi.

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (Reduce Instuction Set Compute) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya.

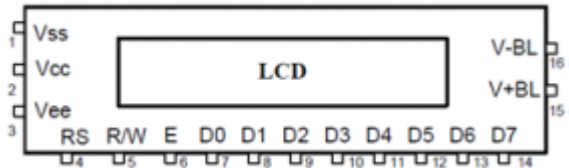
Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya Arithmetic and Logical Unit (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (in chip)[5].



Gambar 2.8 Pena-Pena Atmega16[5]

2.7 LCD 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.



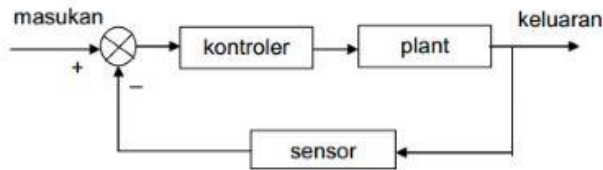
Gambar 2.9 Konfigurasi pin dari LCD[5]

Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
- Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
- Terdapat 192 macam karakter.
- Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
- Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- Dibangun dengan osilator lokal.
- Satu sumber tegangan 5 volt.
- Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
- Bekerja pada suhu 0oC sampai 55oC[5].

2.8 Sistem Kontrol Loop Tertutup

Sistem Kontrol loop tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan. Sistem kontrol loop tertutup juga merupakan sistem *control* berumpan balik. Sinyal kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran atau turunannya). Diumpankan ke kontroler untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan. Dengan kata lain, istilah “loop tertutup” berarti menggunakan aksi umpan balik untuk memperkecil kesalahan sistem.



Gambar 2.10 Sistem Loop Tertutup[1]

Gambar diatas menunjukan hubungan masukan dan keluaran dari sistem kontrol loop tertutup. Jika dalam hal ini manusia bekerja sebagai operator, maka manusia ini akan menjaga sistem agar tetap pada keadaan yang diinginkan, ketika terjadi perubahan pada sistem maka manusia akan melakukan langkah-langkah awal pengaturan sehingga sistem kembali bekerja pada keadaan yang diinginkan.

Berikut ini adalah komponen pada sistem kendali tertutup:

1. Input (masukan), merupakan rangsangan yang diberikan pada sistem kontrol, merupakan harga yang diinginkan bagi variabel yang dikontrol selama pengontrolan. Harga ini tidak tergantung pada keluaran sistem
2. Output (keluaran, respons), merupakan tanggapan pada sistem kontrol, merupakan harga yang akan dipertahankan bagi variabel yang dikontrol, dan merupakan harga yang ditunjukkan oleh alat pencatat
3. Beban/Plant, merupakan sistem fisis yang akan dikontrol (misalnya mekanis, elektrik, hidraulik ataupun pneumatic)
4. Alat kontrol/*controller*, merupakan peralatan/ rangkaian untuk mengontrol beban (sistem). Alat ini bisa digabung dengan penguat
5. Elemen Umpan Balik, menunjukan/mengembalikan hasil pencatan ke detector sehingga bisa dibandingkan terhadap harga yang diinginkan (di stel)
6. Error Detector (alat deteksi kesalahan), merupakan alat pendeteksi kesalahan yang menunjukan selisih antara

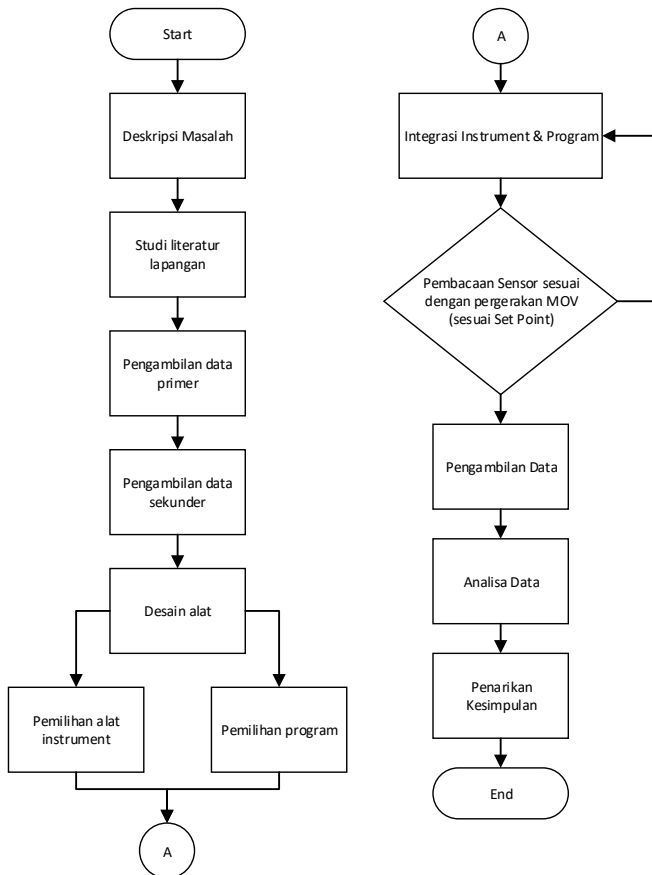
input (masukan) dan respons melalui umpan balik (feedback path)

Gangguan merupakan sinyal-sinyal tambahan yang tidak diinginkan. Gangguan ini cenderung mengakibatkan harga keluaran berbeda dengan harga masukanya, gangguan ini biasanya disebabkan oleh perubahan beban sistem, misalnya adanya perubahan kondisi lingkungan, getaran ataupun yang lain[1].

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah perancangan dan pembuatan system pengendalian laju aliran heater untuk kebutuhan proses heat exchanger. Berikut adalah Diagram alur yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram alir Pengerjaan Tugas Akhir

Untuk mencapai tujuan penyelesaian tugas akhir yang direncanakan, maka perlu dilakukan suatu langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Adapun langkah- langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Studi Literatur, mengumpulkan jurnal nasional, Internasional dan makalah yang berkaitan dengan pengendalian laju aliran dan suhu pada pipa *Heater* untuk kebutuhan proses *Heat Exchanger*. Jurnal dan makalah.
- b. Pengambilan data primer yaitu membandingkan nilai-nilai dari keluaran sensor dengan besaran standart yang ada serta Validasi juga nilai dari yang dihasilkan oleh sensor dan juga aktuator.
- c. Pengambilan data sekunder dilakukan dengan mencari kontrol PID yang digunakan pada sistem pengendalian laju aliran heater untuk menentukan nilai K_p , K_i dan K_d .
- d. Desain alat dilakukan dengan melakukan pemilihan instrument dan program terlebih dahulu kemudian instrument dirangkai menjadi suatu alat dan program di koding agar hasil akhir sesuai dengan yang diinginkan. Setelah itu realisasi sistem mekanik dan sistem elektrik.
- e. Integrasi instrumen dan program yaitu setelah program selesai dikoding dan instrument dirangkai maka dilakukan integrasi antara program dengan alat.
- f. Running alat dilakukan dengan menjalankan alat tersebut, kemudian dapat dilihat kesesuaiannya alat dengan hasil yang diinginkan, jika belum terpenuhi maka akan dilakukan evaluasi pada desain alat terutama pada koding program.
- g. Pengambilan data dilakukan sebanyak dua kali yakni pengambilan data buat Validasi sensor dan yang kedua buat melihat respon kontrol PID pada sistem validasi sensor dan aktuator
- h. Analisa data ini dilakukan bagaimana respon kontrol PID terhadap sistem pengendalian ini, Respon dari variable kontrol

tersebut dianalisa, apakah kondisi bisa terjaga pada setpoint yang ditentukan performa sistem pengendalian kemudian di evaluasi.

- i. pada tahap terakhir yakni penarikan kesimpulan berupa MOV dapat berkerja sesuai dengan sensor laju aliran dan temperature agar set point dapat terpenuhi.

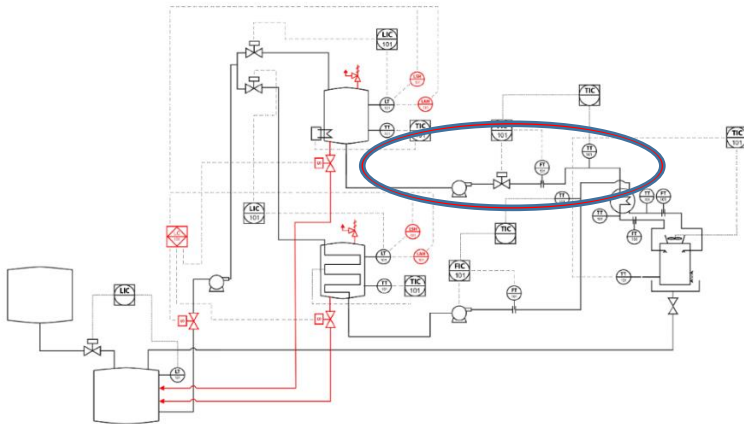
3.2 Perancangan Sistem Hardware

Pada Mini Plant Heat Exchanger terdapat dua tangki yaitu tangki pemanas dan juga tangki pendingin, kedua tangki tersebut mendapatkan supply air dari Tangki Storage. Kedua tangki tersebut akan dikontrol keluarannya oleh dua aktuator yang berbeda yaitu Motorized Operated Valve dan juga Pompa yang dikendalikan oleh Variable Speed Drive. Keluaran kedua tangki tersebut akan menghasilkan air hangat dari ketika keluar dari Heat Exchanger. Ada beberapa alat dan Bahan dan yang digunakan diantaranya :

- a. Motorized Electric Ball valve
- b. PC817 Optocoupler Sebagai driver MOV
- c. Water Flow Sensor
- d. MAX6675
- e. Thermocouple Type K
- f. stainless steel shower selang 1.5 m inti tembaga diameter 0,5 inch

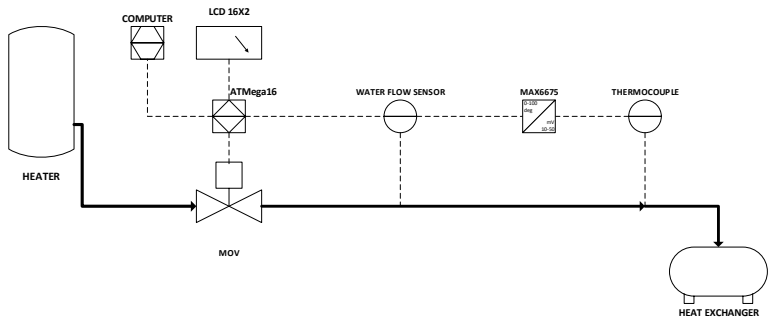
Perancangan sistem ini dimulai dengan mengetahui lokasi plan bagian yang akan dikerjakan dengan menggunakan bantuan Piping and Instrument Diagram. P&id disini nanti ada dua bagian yakni yang pertama adalah bagian keseluruhan plan simulator Heat Exchanger sedangkan yang kedua adalah bagian plan tersebut yang akan dikerjakan pada tugas akhir ini. Berikut adalah gambar dari kedua p&id nya

1. P&id keseluruhan



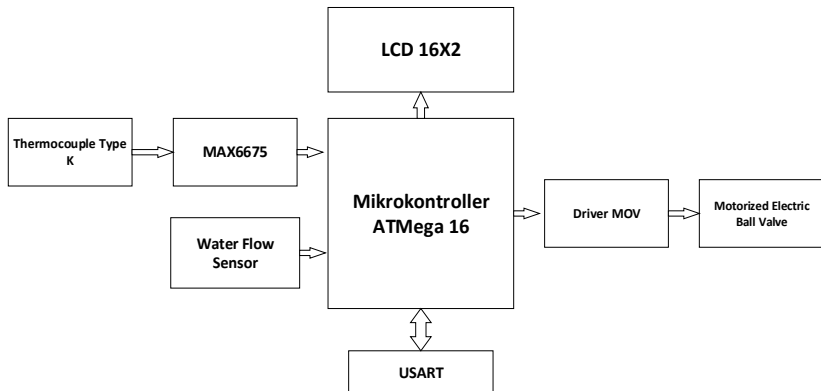
Gambar 3.2 P&ID plan simulator Heat Exchanger

2. P&id bagian yang dikerjakan pada tugas akhir ini



Gambar 3.3 P&ID Plant Tugas Akhir

Setelah itu menentukan Block diagram pengendalian untuk mengetahui alur pengendalian dan juga peralatan apa saja yang dibutuhkan pada tugas akhir kali ini. Berikut adalah blok diagram pengendalian nya:



Gambar 3.4 Block Diagram sistem pengendalian

3.3 Perancangan Sistem Elektrik

Setelah melakukan perancangan kerja sistem yang meliputi pembuatan P&ID sistem alarm pada simulator alat penukar panas, survey alat yang digunakan, pengujian alat yang digunakan, dan penetapan range operasional sementara. Maka, tahap selanjutnya adalah memasuki perancangan perangkat lunak dan keras. Dalam perancangan perangkat lunak digunakan simulasi percobaan menggunakan Proteus 7 Professional sebagai software simulator dan CodeVisionAVR sebagai software IDE program dari ATmega16.

Tabel 3.1 penentuan port di ATmega16

pin/port	A	state	B	state	C	state	D	state
0	adc Temp set	T	cs (6675) / out	0	LCD 0	0	rx4	T
1	adc flow set	T	Sdin (6675)/in	T	LCD 1	0	rx4	0
2	adc NTC	T	Flow 3/int1	P	LCD 2	0	run/stop/int0	P
3	adc MOV	T	scik (6675)/ out	0	LCD 3	0	led run/out	0
4		T		0	LCD 4	0	led overload/out	0
5		T	mosi 4	T	LCD 5	0	MOV A/out	0
6		T	miso 4	T	LCD 6	0	MOV B/out	0
7		T	sck 4	T	LCD 7	0		

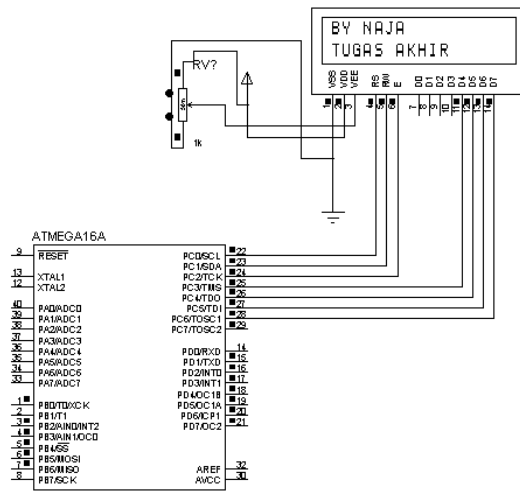
Fungsi dari penentuan port ini supaya pin/port di ATmega16 dapat terpakai dengan efisien dan memudahkan dalam hal meng koding serta melakukan pengaturan di CV AVR. Port A digunakan

sebagai adc dari Thermocouple, NTC, flow dan MOv. Port B digunakan sebagai inputan dari dua sensor yakni Thermocouple dan flow, Port C digunakan sebagai LCD dan yang terakhir Port D digunakan sebagai tempat actuator. Setelah mengetahui port mana yang digunakan langsung kita simulasikan di Proteus. Berikut beberapa hasil dari simulasi pada perancangan perangkat lunak :

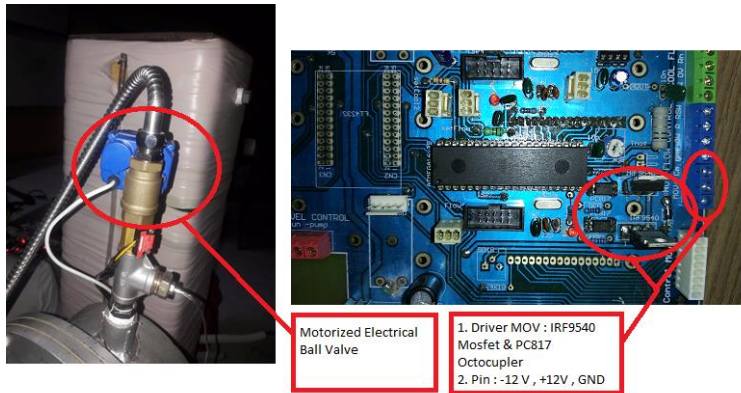
a). LCD 16x2

LCD yang digunakan 2 baris x 16 kolom. LCD memiliki memori internal yang berisi definisi karakter sesuai dengan standart ASCII (CGROM- Character Generator ROM dan memori sementara (RAM) yang biasa digunakan bila memerlukan karakter khusus (kapasitas 8 karakter). RAM ini juga berfungsi untuk menyimpan karakter yang ingin ditampilkan di LCD.

Pin yang digunakan di LCD menggunakan semua di port C. untuk data karakter yang dikirim dari ATmega16 ke LCD semua menggunakan port di LCD D0-D7 serta juga port RS, RW dan E. bagian VSS disambungkan ke ground dan bagian VDD disambungkan ke sumber 0-5 Volt, bagian VEE ke potensiometer untuk mengatur kontras dari karakter LCD dan port A dan K untuk mengaktifkan lampu LCD. Berikut adalah gambar simulasi proteus LCD dan gambar aslinya di plant sesuai dengan port yang sudah ditentukan pada table di atas.



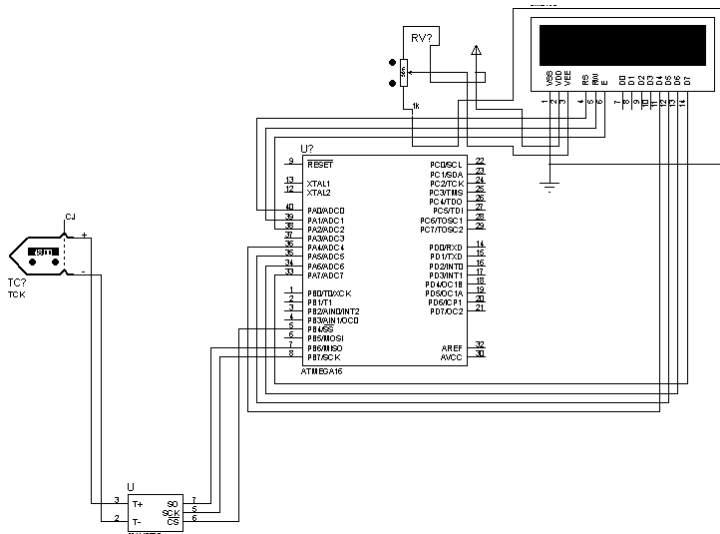
b). Driver MOV



Gambar 3.8 Motorized Electrical Ball Valve dan Driver Motor DC

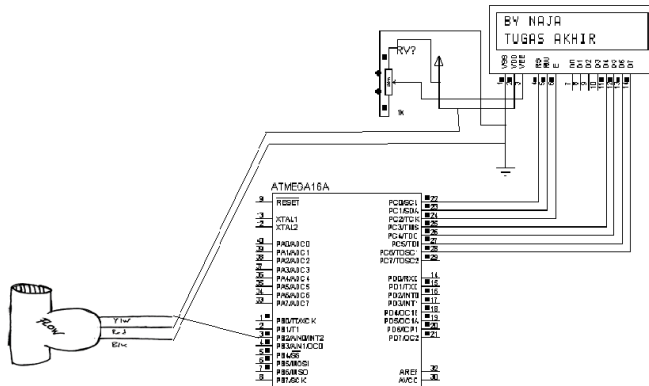
c). Thermocouple K dan MAX6675

Sensor thermocouple bekerja dengan cara sensor akan melakukan pengindraan pada saat perubahan temperature setiap 1°C menggunakan module MAX6675 yang akan menjadi rangkaian pengondisian sinyal dan dikirimkan menuju mikrokontroller Atmega16 yang kemudian di siplaykan ke LCD atau dikirimkan ke USART/HMI. Prinsip kerja thermocouple pada plant ini adalah ketika temperature terdeteksi dan terjadi perubahan maka akan mengirimkan sinyal analog menuju controller yakni Atmega16. Data dari sensor akan diolah menjadi sinyal digital (ADC) di controller Atmega16 lalu dikirm ke PC817 Optocoupler untuk menge Drive MOV agar bukaan valve sesuai dengan set point. Peletakan sensor thermocouple berada di inlet dari Heat exchanger. Berikut adalah simulasi thermocouple menuju Atmega16

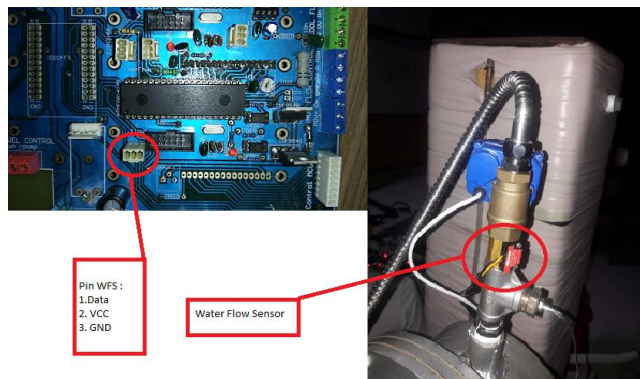


d). Water Flow Sensor

Air yang mengalir akan melewati katup dan akan membuat rotor magnet berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan tingkat aliran yang mengalir. Medan magnet yang terdapat pada rotor akan memberikan efek pada sensor efek hall dan itu akan menghasilkan sebuah sinyal pulsa yang berupa tegangan (Pulse Width Modulator). Kemudian pulsa mengirim sinyal ke Atmega16 untuk diproses dan dari sensor akan diolah menjadi sinyal digital (ADC) di controller Atmega16 lalu dikirim ke PC817 Optocoupler untuk menggerakkan Drive MOV agar bukakan valve sesuai dengan set point.

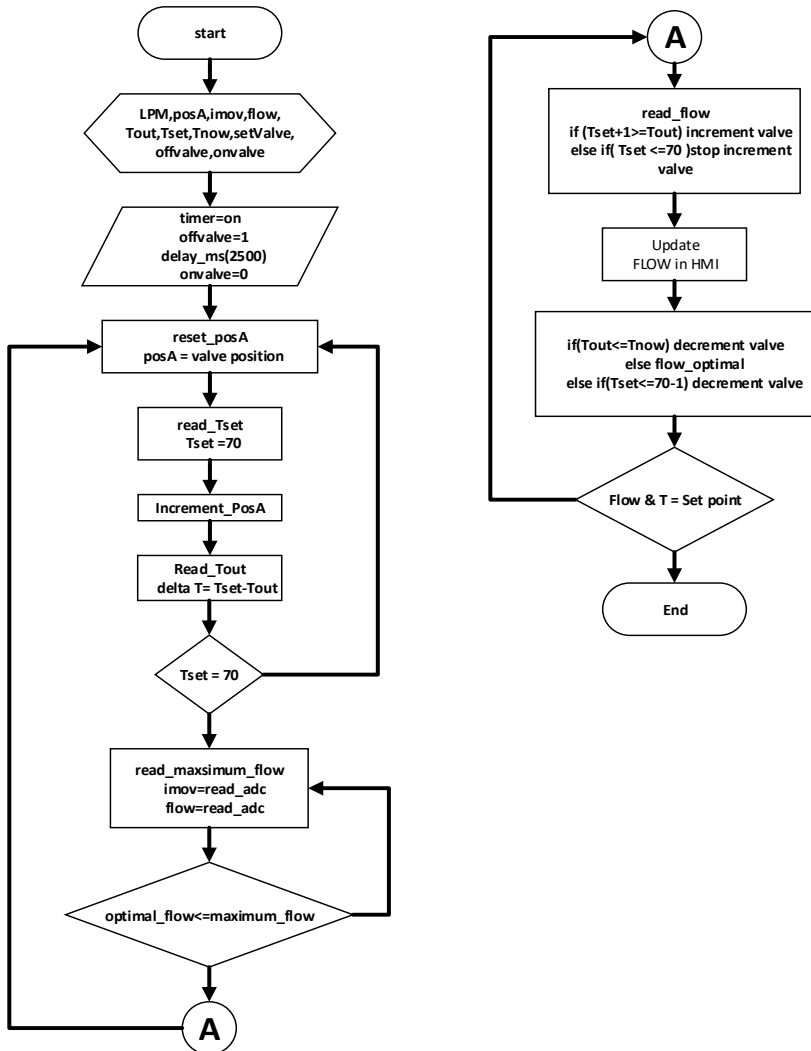


Gambar 3.11 simulasi Proteus Water Flow Sensor ke Atmega16



Gambar 3.12 Water Flow Sensor

3.4 Flowchart Software program perhitungan kalor



Gambar 3.13 Flowchart Program

- 1) kondisi awal timer menyala (on) dan posisi valve menutup 0%.
- 2) kemudian posisi valve di reset dengan membuka pelan-pelan dari 0-100% untuk mendeteksi suhu apakah sudah sesuai dengan set point yang di inginkan dan didapatkan perbedaan suhu antara set point dan suhu air sekarang
- 3) tahap selanjutnya looping ke atas untuk mencapai suhu sesuai dengan set point dan looping terjadi terus menerus sampai mencapai suhu target.
- 4) kemudian mencari flow optimal dengan pengaturan masukan adc dari inputan potensiometer
- 5) jadi ada dua tahap yakni yang pertama mencari suhu sesuai dengan set point dan tahap kedua mencari flow optimal
- 6) kemudian looping untuk mencari flow optimal dan akan me looping terus sampai di dapatkan flow optimal
- 7) bukaan valve akan menambah +1 dan berkurang -1 jika suhu kurang atau lebih dari set point dan optimum flow belum tercapai

“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Validasi Alat

Pada tahap pengambilan data validasi merupakan tahap untuk melihat spesifikasi yang dimiliki oleh sistem dari hasil pengukuran ketika menggunakan perangkat thermocouple dan water flow sensor. Berikut merupakan langkah pengambilan data :

4.1.1 Pengujian Thermocouple type K

Pada pengujian pertama dilakukan pengukuran thermocouple type menggunakan modul MAX6675 dengan controller ATmega16 dan hasil dari pengukuran uji ditampilkan di LCD 16x2 dan dicatat kenaikan atau penurunan tiap kenaikan sebesar 5°C. Pengujiannya dilakukan dengan cara mendidihkan air sampai suhu 80°C untuk kenaikan dan untuk penurunan dilakukan sebaliknya sampai mencapai suhu ruangan yaitu 24°C

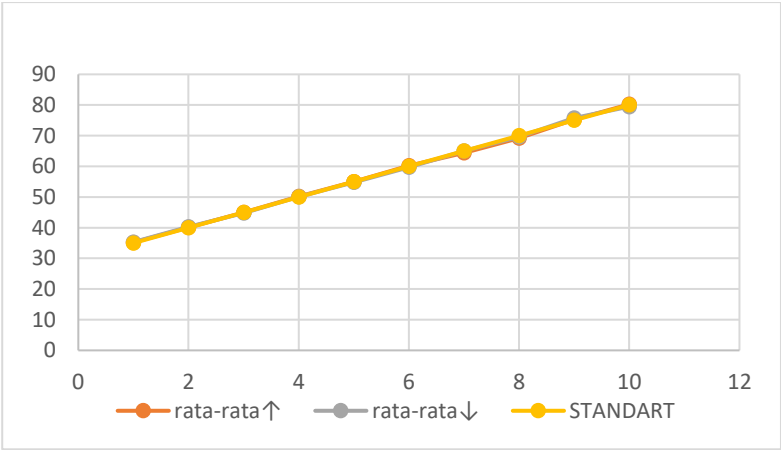
Berdasarkan hasil dari pengujian validasi thermocouple K yang terkalibrasi dengan thermocouple uji dapat dilihat pada table dan grafik perbandingan ini :



Gambar 4.1 Validasi Thermocouple K

Tabel 4.1 Data pengujian Thermocouple

STANDART	DATA UJI ke(°C)					
	I↑	II↑	rata-rata↑	III↓	IV↓	rata-rata↓
35	35.25	35.16	35.205	35.25	35.35	35.3
40	40.1	40.11	40.105	40.21	40.3	40.255
45	44.27	45.6	44.935	44.27	45.16	44.715
50	50.1	50.21	50.155	50.11	50.1	50.105
55	54.37	55.7	55.035	55.16	54.37	54.765
60	60.12	60.2	60.16	60.12	59.32	59.72
65	64.32	64.37	64.345	64.37	65.7	65.035
70	69.23	69.23	69.23	69.13	70.1	69.615
75	75.37	75.17	75.27	75.37	76.12	75.745
80	80.12	80.3	80.21	79.4	79.53	79.465



Gambar 4.2 Grafik Thermocouple K

Dilihat dari hasil grafik dan tabel diatas di dapatkan bahwa nilai dari hasil uji dan standart nilainya berhimpitan dan hamper sama. Maka thermocouple yang digunakan nilainya sudah sesuai dengan standart dan bagus digunakan untuk pengendalian.

4.1.2 Pengujian Water Flow Sensor

Tabel 4.2 Data Uji Water Flow Sensor Terhadap Frekuensi

No	Waktu(Detik)	LPM (L/M)	Freq(Hz)
1	12	9,16	68
2	24	9,16	69
3	36	9,30	71
4	48	9,16	70
5	60	9,30	70
6	72	9,30	70
7	84	9,30	71
8	96	9,30	71
9	108	9,30	71
10	120	9,16	71

Dengan tanki berbentuk balok berukuran tinggi tanki 49 cm, lebar alas tanki 20x20 cm, pipa sepanjang 23 cm dan 10 cm, serta volume air terisi penuh pada tanki.

Dari percobaan yang telah dilakukan, didapatkan hasil Validasi dari *Water Flow Sensor* dan perhitungan laju debit air adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3 Tangki terukur

$$Volume\ tanki = p \times l \times t$$

$$Volume\ tanki = 20 \times 20 \times 49$$

$$Volume\ tanki = 19600\ cm^3$$

$$Debit = \frac{Volume}{Waktu}$$

$$Debit = \frac{19,6\ L}{2\ m}$$

$$Debit = 9,8\ LPM$$

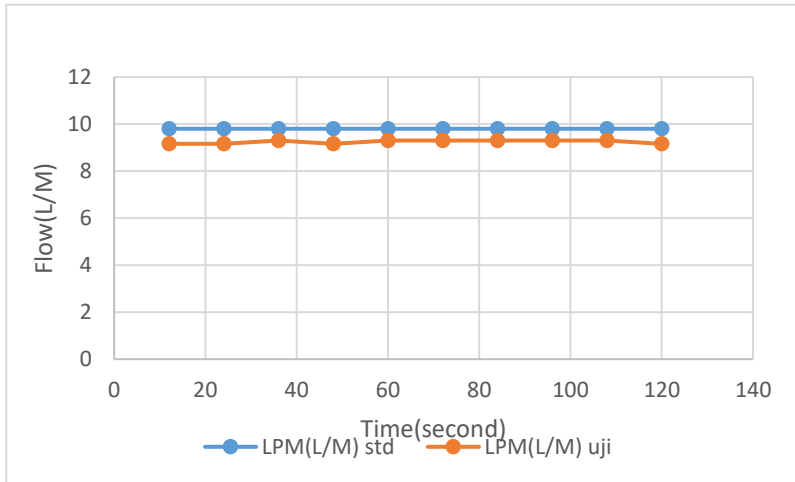
Keterangan:

p	= 20 cm
l	= 20 cm
t	= 49 cm
waktu	= 2 menit
volume	= $19600 \text{ cm}^3 = 19,6 \text{ L}$

Berdasarkan hasil dari perhitungan bahwa didapatkan laju aliran debit yaitu 9,8 LPM. Sedangkan hasil dari percobaan yang dilakukan dengan menggunakan *Water Flow Sensor* dapat dilihat pada table dan grafik perbandingan ini :

Tabel 4.3 Data perbandingan pengujian dan standart

No	Detik	LPM(L/M) std	LPM(L/M) uji	Freq(Hz)
1	12	9.8	9.16	68
2	24	9.8	9.16	69
3	36	9.8	9.3	71
4	48	9.8	9.16	70
5	60	9.8	9.3	70
6	72	9.8	9.3	70
7	84	9.8	9.3	71
8	96	9.8	9.3	71
9	108	9.8	9.3	71
10	120	9.8	9.16	71



Gambar 4.4 Grafik perbandingan standart dan uji

4.2 Data Pengujian Motor Electricall Ball valve

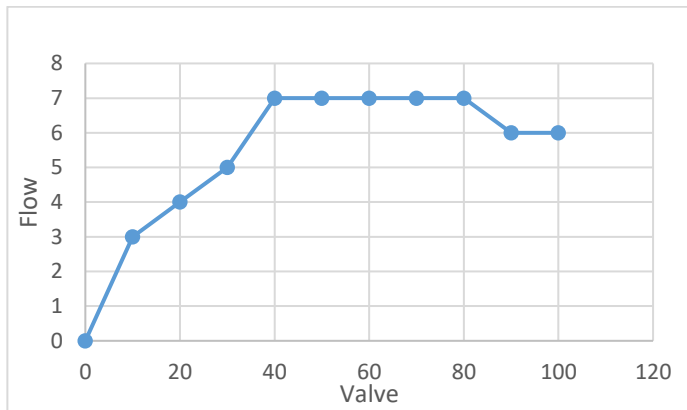
Pada pengujian yang ketiga akan dilakukan tes bukaan valve mulai dari 0 ke 100 dengan kelipatan setiap 10. Bukaan valve diatur dengan potensio agar bisa mengikuti apa yang diperintah oleh potensio. Data diambil pada tanggal 15 juli 2018 di dalam ruang A101 Dept Teknik Instrumentasi ITS Surabaya dengan suhu ruang 25°C. Berikut adalah data tabel pengujian

Tabel 4.4 Pengujian bukaan MOV

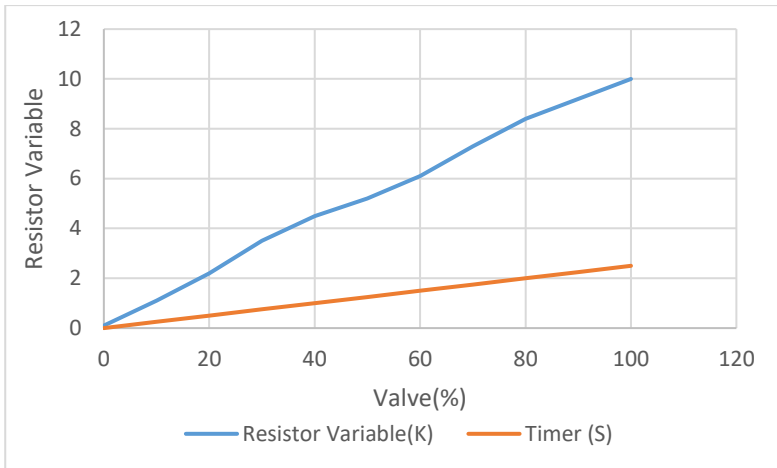
LPM(l/m)	Valve(%)	Resistor Variable(K)	Timer (S)
0	0	0.1	0
3	10	1.1	0.25
4	20	2.2	0.5
5	30	3.5	0.75

7	40	4.5	1
7	50	5.2	1.25
7	60	6.1	1.5
7	70	7.3	1.75
7	80	8.4	2
6	90	9.2	2.25
6	100	10	2.5

Dari tabel hasil pengujian diatas terdapat perbedaan pada setiap kenaikan valve nya yaitu flow nya dimana pada step awal flow sebesar 0 l/m kemudian naik paling tinggi sampai 7 l/pm pada bukaan 40-80 disebabkan oleh penyempitan aliran yang berefek pada laju aliran semakin kencang dan putaran rotor yang posisi tepat di depan valve pada sensor water flow juga semakin besar dan berimbas pada hall effect besar juga dan ketika valve nya sudah buka 100 flownya 6 l/m ini disebabkan karena spesifikasi pompa maksimal 16 l/m dan ada hambatan laju aliran yaitu tangki pemanas dan lekukan pipa.



Gambar 4.5 Perbandingan grafik open valve dengan flow



Gambar 4.6 perbandingan grafik open valve dengan Resistor Variable dan Timer

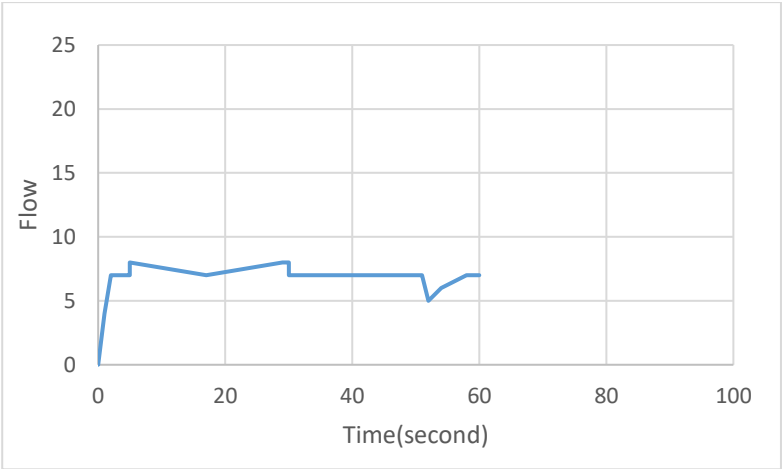
4.3 Perbandingan Data Respon Sensor Water Flow Sensor dan Thermocouple

Pengambilan data pada plant pengendalian laju aliran di dapatkan beberapa data yakni suhu, laju dan bukaan valve. Pengambilan data ini dimulai pada saat plant berhenti ke stratrup dan berhenti mengambil data saat plant mulai berjalan continuous. Disini diatur set point menjadi 50°C yang sebelumnya set point nya 70°C. berikut adalah data dan grafik yang di dapatkan

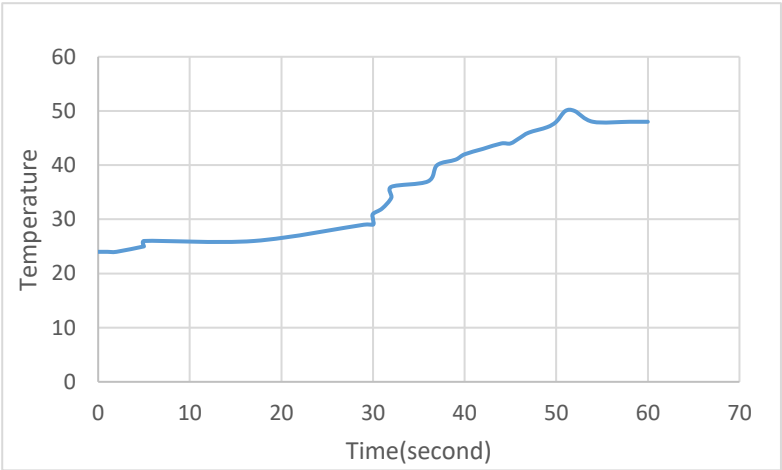
Tabel 4.5 Data respon sensor

Time(menit)	LPM(l/m)	Valve(%)	T (°C)
0	0	0	24
1	4	20	24
2	7	60	24
5	7	80	25
5	8	100	25

5	8	90	26
17	7	80	26
29	8	100	29
30	8	100	29
30	8	90	30
30	7	80	31
31	7	80	32
32	7	80	34
32	7	80	36
36	7	80	37
37	7	80	40
39	7	80	41
40	7	80	42
42	7	80	43
44	7	80	44
45	7	80	44
46	7	80	45
47	7	80	46
49	7	80	47
50	7	80	48
51	7	80	50
52	5	50	50
54	6	60	48
58	7	80	48
60	7	80	48



Gambar 4.7 respon grafik flow terhadap waktu



Gambar 4.8 respon grafik temperature terhadap waktu

Dari gambar grafik dan tabel didaipatkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai setpoint yakni 60 menit. Didapatkan juga maximum flow yang dihasilkan sebesar 5 liter per

menit. Manipulasi suhu melalaui laju aliran disini juga terjadi dan program yang di gunakan percampuran kalor yaitu $Q = m.c.\Delta T$ dengan masa jenis air 4.200 Joule/kg°C. Valve juga mengalami drop ke 0 pada saat suhu sudah mencapai set point suhu ini dikarenakan valve memanipulasi laju aliran panas untuk mendapatkan suhu yang di inginkan melalu buka tutup valve. Jadi controller looping ke program awal yakni valve menutup 0 kemudian membuka lagi ke 50 persen untuk mempertahankan suhu dan juga untuk mencari flow optimal yang di inginkan.

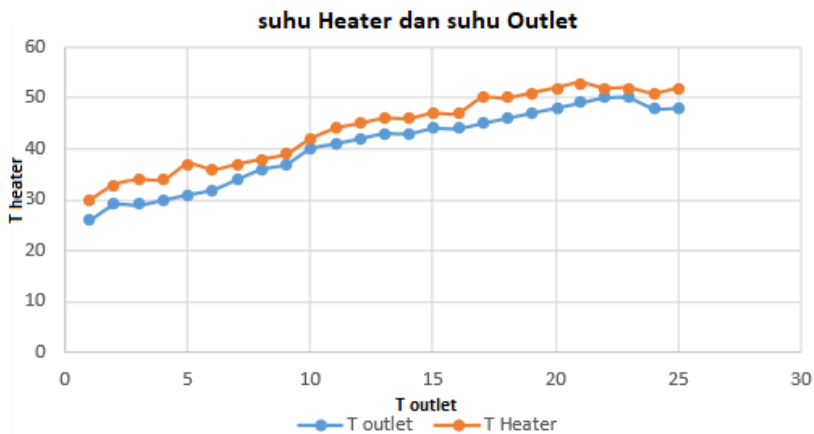
4.4 Loss Suhu Pada Pipa

Suhu yang melewati pipa sepanjang 3m mengalami kehilangan dikarenakan aliran melewati pipa yang berbelok dan memiliki jarak serta memilik kecepatan. Berikut adalah data perbandingan dan grafik :

Tabel 4.6 Data perbandingan suhu heater dengan outlet

NO	T °C inlet HE	T°C Heater	ΔT pipa
1	26	30	4
2	29	33	4
3	29	34	5
4	30	34	4
5	31	37	6
6	32	36	4
7	34	37	3
8	36	38	2
9	37	39	2
10	40	42	2
11	41	44	3
12	42	45	3
13	43	46	3
14	43	46	3

15	44	47	3
16	44	47	3
17	45	50	5
18	46	50	4
19	47	51	4
20	48	52	4
21	49	53	4
22	50	52	2
23	50	52	2
24	48	51	3
25	48	52	4



Gambar 4.9 Perbandingan grafik suhu heater dengan suhu outlet

Dari tabel diatas didapatkan bahwa terjadi perbedaan suhu yang terjadi pada tangki pemanas ke inlet heat exchanger yang melalui pipa besi. Kedua sensor suhu yang digunakan baik di tangki pemanas dan inlet Heat exchanger sama-sama menggunakan thermocouple type K jadi kedua karakteristik keduanya sama. Dan didapatkan rata rata perbedaan suhu yang terjadi adalah 4°C dengan suhu ruangan rata rata 25°C .

“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. *sensor flow transmitter* dan *temperature* yang diletakkan pada jalur *pipeline inlet* ke alat penukar panas di dapatkan bahwa makimum flow yang didapatkan ketika valve membuka 100% sebesar 5 Liter/Menit dan suhu sebesar 24°C-50°C .
2. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai setpoint 50°C di dapatkan 60 menit di posisi plant start up dari suhu air biasa 24°C yang belum dipanaskan sampai heater bekerja kemudian dialirkan ke input Heat Exchanger untuk dimanipulasi laju alirannya dari 0-5 Liter/menit dan bukaan valve 100% agar set point mudah tercapai.
3. didapatkan loss suhu pada stainless steel shower pipa berukuran ½ inchi dengan panjang 3 m rata2 sebesar 4°C.

5.2 Saran

Selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini dari awal sampai akhir, adapun saran yang diperlukan untuk keberlangsungan Tugas Akhir ini apabila ada orang lain yang ingin mengembangkan Tugas Akhir ini di kemudian hari:

1. Perlu ditetapkannya *timeline* dari awal pengerjaan sampai akhir dan kesepakatan dari masing-masing anggota kelompok mengenai *timeline* tersebut sehingga pengerjaan simulasi alat penukar panas bisa berjalan sesuai dengan *timeline*.
2. Penetapan *range operasional* sensor bisa dilakukan sebelum semua alat sudah jadi, karena hal tersebut bisa dilakukan dengan menghitung spesifikasi dan desain dari masing-masing alat yang berhubungan dengan sistem pengendalian sehingga pengerjaan sesuai target.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Paiton steam Power Plant Unit 1 & 2, "Instruction and Maintenance Manual, vol m-III" Sumitomo Corporation, 2016.
- [2] Ahmad Wafi B, "Rancang Bangun Heat Exchanger Shell And Tube Single Phase", Tugas Akhir D3 Teknik Mesin Universitas Diponegoro, 2011.
- [3] Danang Arif Agustiyana, " simulasi fenomena kavitasi pada control valve (studi kasus : globe valve)," Jurnal Teknik Elektro ITS, 2009.
- [4] S M. Yunan, "rancang bangun Motorized Valve Terkontrol Secara Digital berbasis PLC dan Pemonitoran Performanya dengan Scada/HMI,"Tesis Magister Fisika Universitas Indonesia, 2010.
- [5] Rinaldi , " Pengendalian Keran air untuk mengatur Debit Air berbasis Fuzzy Logic pada Mikrokontroler," Tugas Akhir D4 Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Batam,2015
- [6] Desmon K A, "rancang bangun alat ukur temperature untuk mengukur selisih dua keadaan,"E-Journal Teknik Elektro-FT UNSRAT, 2013.
- [7] Zaenul Munir, "rancang bangun control valve berpenggerak motor dc untuk sistem pengendalian ketinggian air pada separator 2 fasa"Skripsi Teknik Fisika UGM, 2013.

- [8] Ali Ghaffari, A. Hosein Shamekhi, Akbar Saki, dan Ehsan Kamrani, Adaptive Fuzzy Control for Air-Fuel Ratio of Automobile Spark Ignition Engine, World Academy of Science, Engineering and Technology 24, 2008.
- [9] A. Ambardar, Analog and Digital Processing Second Edition, Brooks/Cole Publishing Company, 1999
- [10] Rietje.Y, Tomi.B.W, Agus.S, Imam.M, Sulaeman, Sistem Monitor untuk Level dan Konsumsi Air Bersih Yang Real Time dan Otomatis, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Pengertian Dasar IPTEK Nuklir, P3TM-BATAN Yogyakarta (2003)

Lampiran A

TAIZHOU TONHE FLOW CONTROL EQUIPMENT CO., LTD



Tonhe A20-T Series Electric Shut off Ball Valve



Application

- Water meter , water leak detection system and water treatment etc equipment
- HAV and fire works . Automatic drain system
- Irrigation ect small control equipment

ADD: No.1012 Xincheng Road, Huangyan, Taizhou, Zhejiang, China

TEL: +86-576-81100233/84297288.

FAX: +86-576-81100232

URL: www.tonheflow.com

Contact:yoyo

Whatsapp:+86-13676642305

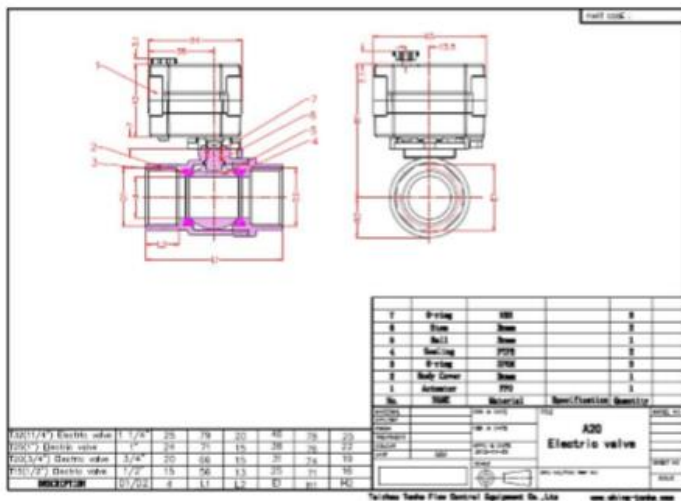
Skype:meizi2661

Email:tonhe08@china-tonhe.com

Technical Parameters:

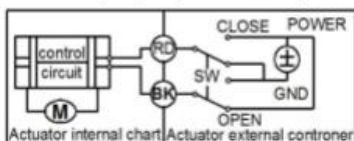
Product size	□NPT/BSP 1/4" □NPT/BSP 1/2" □NPT/BSP 3/4" □NPT/BSP 1" □NPT/BSP 1 1/4" (Optional)
Maximum working pressure	1.3 MPa
Circulation medium	Fluid, air
Rated voltage	□DC5V/ □DC12V □DC24V □AC/DC9-24V □AC/DC35V□AC110-230V (Optional)
Wiring control methods	□CR2-01 □CR2-02 □CR3-01 □CR3-02 □CR3-03 □CR3-04 □CR3-05 □CR4-01 □CR5-01 □CR5-02 □CR7-01 □CR7-02 □CR7-04 (Optional)
Working current	≤500mA
Open/close time	≤5S/≤7S (Optional)
Life time	100000 times
Valve Body material	□Brass □Nickel plated Brass □304 Stainless steel (Optional)
Actuator material	Engineering Plastics
Sealing material	EPDM & PTFE
Actuator rotation	90°
Max. torque force	2 Nm/4Nm (Optional)
Cable Length	0.5m, 1.5m (Optional)
Environment temperature	-15℃~60℃
Liquid temperature	2℃~90℃
Manual override	□Yes No (Optional)
Indicator	□Yes No (Optional)
Protection class	IP67

Assemble drawing



Wiring diagram

CR2 01 Wiring Diagram (2 wires control)



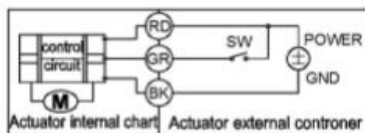
RD connect with positive, the BK connect with negative, the valve closed, the actuator automatically power off after in place, the valve remains fully closed position.

BK connect with positive, the RD connect with negative, the valve open, the actuator automatically power off after in place, the valve remains fully open position.

• Suitable Working Voltage: DC5V/DC12V/DC24V

• Exceeding the working voltage is forbidden

CR2 02 Wiring Diagram (2 wires control – Spring return in case of the power is failure)



RD & GR connect with positive, the BK connect with negative.

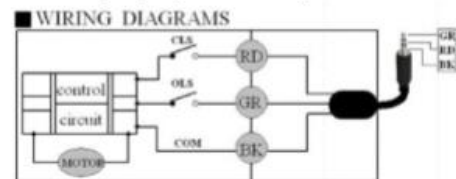
SW CLOSED, the valve OPEN, the actuator automatically power off after in place

SW OPEN, the valve CLOSED, the actuator automatically power off after in place.

• Suitable Working Voltage: AC/DC9-35V/AC110-230V

• Exceeding the working voltage is forbidden

CR3 04 Wiring Diagram (3 wires control)



RD & GR connected with positive, and the BK connected with negative

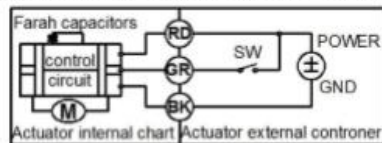
When RD & SW connected, the valve closed, the actuator automatically power off after in place, remains fully closed position

When GR & SW connected, the valve open, the actuator automatically power off after in place, remains fully open position.

• Suitable Working Voltage: DC9V/DC12V/AC/DC9-35V

• Exceeding the working voltage is forbidden

CR3 05 Wiring Diagram (3 wires control – Spring return in case of the power is failure)



RD & GR connect with positive, the BK connect with negative.

SW CLOSED, the valve OPEN, the actuator automatically power off after in place

SW OPEN, the valve CLOSED, the actuator automatically power off after in place.

When external power off, the valve closed, the actuator automatically power off after in place

• Suitable Working Voltage: AC110-230V

• Exceeding the working voltage is forbidden

CR4 01 Wiring Diagram (4 wires control)

Lampiran B

PC817XNNSZ0F Series

DIP 4pin
Photocoupler



■Description

PC817XNNSZ0F Series contains an IRED optically coupled to a phototransistor.
It is packaged in a 4-pin DIP.
Input-output isolation voltage(rms) is 5kV.
Collector-emitter voltage is 80V.

■Agency approvals/Compliance

1. Approved by UL
file No. E64380 (as model No. PC817)
2. Approved by CSA
file No. CA95323 (as model No. PC817)
3. Package resin : UL flammability grade (94V-0)

■Features

1. 4-pin DIP package
2. Double transfer mold package (Ideal for Flow Soldering)
3. High isolation voltage between input and output
(Visio(rms) : 5kV)
4. High collector-emitter voltage(V_{CE0} : 80V)
5. Current transfer ratio (CTR : MIN. 50% at $I_F=5$ mA,
 $V_{CE}=5$ V)
6. RoHS directive compliant

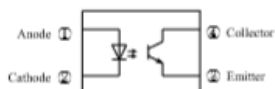
■Applications

1. Programmable controllers
2. Facsimiles
3. Telephones

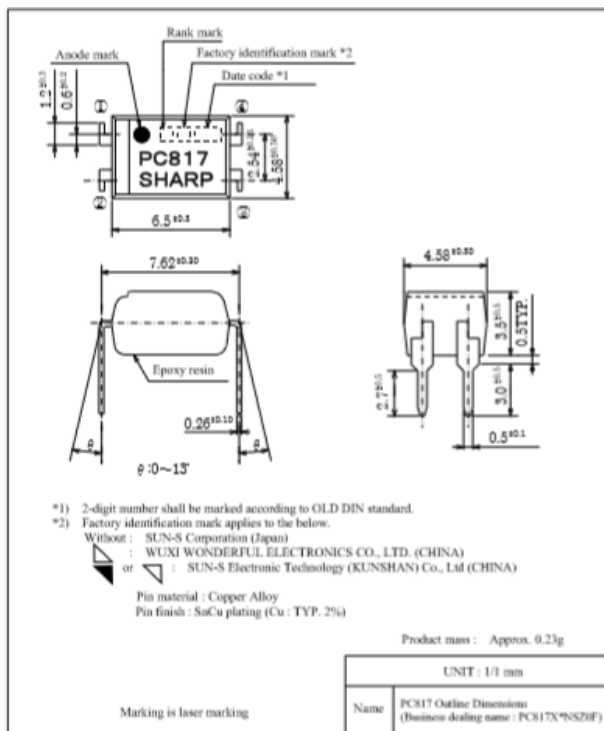
SHARP CORPORATION
1-1, Honcho, Aoyama-ku, Tokyo 106-8555, Japan
SHARP CORPORATION
1-1, Honcho, Aoyama-ku, Tokyo 106-8555, Japan
SHARP CORPORATION
1-1, Honcho, Aoyama-ku, Tokyo 106-8555, Japan

Sheet No.: GP14845EN

■Internal Connection Diagram



■Outline



*1) 2-digit number shall be marked according to OLD DIN standard.

*2) Factory identification mark applies to the below.

Without : SUN-S Corporation (Japan)

: WUXI WONDERFUL ELECTRONICS CO., LTD. (CHINA)

or : SUN-S Electronic Technology (KUNSHAN) Co., Ltd (CHINA)

Pin material : Copper Alloy

Pin finish : SnCu plating (Cu : TYP. 2%)

■Absolute maximum ratings

Ta=25°C

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Input	*1 Forward current	I_F	50 mA
	*2 Peak forward current	I_{FM}	1 A
	Reverse voltage	V_R	6 V
	*1 Power dissipation	P	70 mW
Output	Collector-emitter voltage	V_{CEO}	80 V
	Emitter-collector voltage	V_{ECO}	6 V
	Collector current	I_C	50 mA
	*1 Collector power dissipation	P_C	150 mW
*1 Total power dissipation		P_{tot}	200 mW
Operating temperature		T_{op}	-30 to +100 °C
Storage temperature		T_{stg}	-55 to +125 °C
*3 Isolation voltage	$V_{iso(max)}$	5	kV
*4 Soldering temperature	T_{sld}	270	°C

*1 The derating factors of absolute maximum ratings due to ambient temperature are shown in Fig. 1 to 4.

*2 Pulse width $\leq 100 \mu s$, Duty ratio : 0.001 (Refer to Fig. 5)

*3 AC for 1 min, 40 to 60%RH

*4 For 10 s

■Electro-optical Characteristics

Ta=25°C

Parameter	Symbol	Condition	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Input	Forward voltage	V_F	$I_F=20mA$	-	1.2	1.4 V
	Peak forward voltage	V_{FM}	$I_{FM}=0.5A$	-	-	3.0 V
	Reverse current	I_R	$V_R=4V$	-	-	10 μA
	Terminal capacitance	C_i	$V=0, f=1kHz$	-	30	250 pF
Output	Dark current	I_{CEO}	$V_{CE}=50V, I_F=0$	-	-	100 nA
	Collector-emitter breakdown voltage	BV_{CEO}	$I_C=0.1mA, I_F=0$	80	-	- V
	Emitter-collector breakdown voltage	BV_{ECO}	$I_C=10\mu A, I_F=0$	6	-	- V
Transfer characteristics	Collector current	I_C	$I_F=5mA, V_{CE}=5V$	2.5	-	30 mA
	Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_F=20mA, I_C=1mA$	-	0.1	0.2 V
	Isolation resistance	R_{off}	DC500V 40 to 60%RH	5×10^{10}	10^{11}	Ω
	Floating capacitance	C_f	$V=0, f=1MHz$	-	0.6	1.0 pF
	Cut-off frequency	f_c	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$ $R_L=100\Omega, -3dB$	-	80	- kHz
	Rise time	t_r	$V_{CE}=2V, I_C=2mA$ $R_L=100\Omega$	-	4	18 μs
	Fall time	t_f		-	3	18 μs

Lampiran C

19-2235; Rev 1.3/02

MAXIM
Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-
to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

MAX6675

General Description

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 0.5°C for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

Features

- ◆ Direct Digital Conversion of Type-K Thermocouple Output
- ◆ Cold-Junction Compensation
- ◆ Simple SPI-Compatible Serial Interface
- ◆ 12-Bit, 0.25°C Resolution
- ◆ Open Thermocouple Detection

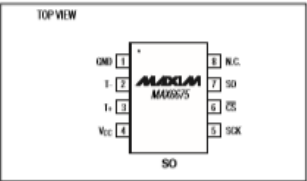
Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675SA	-20°C to +85°C	8 SO

Applications

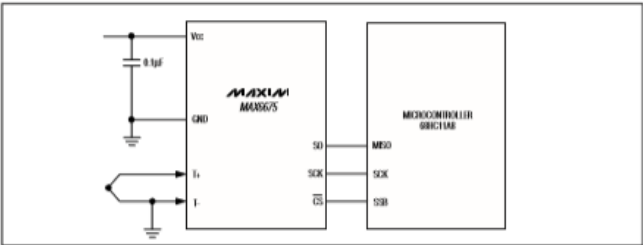
Industrial
Appliances
HVAC
Automotive

Pin Configuration



SPI is a trademark of Motorola, Inc.

Typical Application Circuit



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V_{CC} to GND)	-0.3V to +6V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
SO, SCK, CS, I ₊ , I ₋ to GND	0.3V to V_{CC} + 0.3V	Junction Temperature	+150°C
SO Current	50mA	SO Package	
ESD Protection (Human Body Model)	±2000V	Vapor Phase (60s)	+215°C
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)		Infrared (15s)	+220°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C)	47 mW	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Operating Temperature Range	-20°C to +85°C		

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, T_A = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Error		Thermocouple = +700°C, T_A = +25°C (Note 2)	V_{CC} = +3.3V	-5	+5	LSB
			V_{CC} = +5V	-6	+6	
		Thermocouple = 0°C to +700°C, T_A = +25°C (Note 2)	V_{CC} = +3.3V	-8	+8	
			V_{CC} = +5V	-9	+9	
		Thermocouple = +700°C to +1000°C, T_A = +25°C (Note 2)	V_{CC} = +3.3V	-17	+17	
			V_{CC} = +5V	-19	+19	
Thermocouple Conversion Constant				10.25		µV/LSB
Cold-Junction Compensation Error		T_A = -20°C to +85°C (Note 2)	V_{CC} = +3.3V	-3.0	+3.0	°C
			V_{CC} = +5V	-3.0	+3.0	
Resolution				0.25		°C
Thermocouple Input Impedance				60		kΩ
Supply Voltage	V_{CC}			3.0	5.5	V
Supply Current	I_{CC}			0.7	1.5	mA
Power-On Reset Threshold		V_{CC} rising		1	2	V
Power-On Reset Hysteresis				50		mV
Conversion Time		(Note 2)		0.17	0.22	s
SERIAL INTERFACE						
Input Low Voltage	V_{IL}				0.3 x V_{CC}	V
Input High Voltage	V_{IH}				0.7 x V_{CC}	V
Input Leakage Current	I_{LAK}	V_{IN} = GND or V_{CC}			±5	µA
Input Capacitance	C_{IN}				5	pF

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

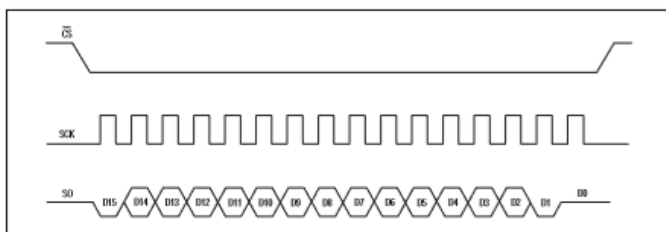


Figure 1a. Serial Interface Protocol

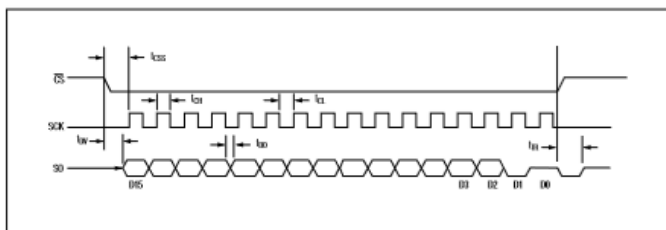


Figure 1b. Serial Interface Timing

BIT	DUMMY SIGN BIT	12-BIT TEMPERATURE READING												THERMOCOUPLE INPUT	DEVICE ID	STATE
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	MSB											LSB		0	Three- state

Figure 2. SO Output

Lampiran D



Water Flow Sensor YF-B1

SKU 114991171



Description

Water flow sensor consists of a copper body, a water rotor, and a hall-effect sensor. When water flows through the rotor, rotor rolls. Its speed changes with different rate of flow. The hall-effect sensor outputs the corresponding pulse signal. This one is suitable to detect flow in water dispenser or coffee machine.

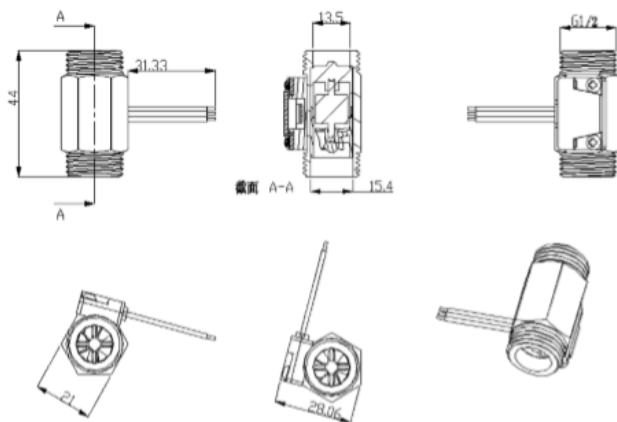
Life is longer than plastic body.

Features

- Compact, Easy to Install
- High Sealing Performance
- High Quality Hall Effect Sensor
- RoHS Compliant

Specifications

- Mini. Working Voltage: DC 4.5V
- Max. Working Current: 15mA (DC 5V)
- Working Voltage: DC 5V~15V
- Flow Rate Range: 1~25L/min
- Frequency: $F=11*Q(Q=L/MIN)$
- Load Capacity: $\leq 10mA$ (DC 5V)
- Operating Temperature: $\leq 80^{\circ}C$
- Liquid Temperature: $\leq 120^{\circ}C$
- Operating Humidity: 35%~90%RH
- Water Pressure: $\leq 1.75MPa$
- Storage Temperature: $-25 \sim +80^{\circ}C$
- Storage Humidity: 25%~95%RH



Part List

1 x YF-B1 water flow sensor

Technical Details

Weight G.W 78.5g

Battery Exclude

Lampiran E

```
/*  
***
```

This program was created by the CodeWizardAVR V3.32a
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2017 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project : FINAL PROJECT ROAD TO 118
Version : Original
Date : 5/23/2018
Author : AHMAD NAJAHUL KHOIR
Company : Instrumentation Engineering Department FV-ITS
SURABAYA
Comments: #ojokdiutek

Chip type : ATmega16
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 11.095200 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256

```
*****  
**/
```

```
#include <mega16.h>  
#include <stdlib.h>  
#include <delay.h>  
#include <stdio.h>  
// Alphanumeric LCD functions  
#include <alcd.h>
```

```

#define ledrun PORTD.3
#define ledover PORTD.4
#define onvalve PORTD.6
#define offvalve PORTD.5
#define backlight PORTC.7
#define CS PORTB.0
#define sclk PORTB.3
#define sdin PINB.1
bit run,respon,optimal,override;
long int frek;
unsigned periode;
int minperiode;
int countflow,LPM,posA;
unsigned pulse;
// Declare your global variables here
// External Interrupt 0 service routine
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
// Place your code here
run=~run;
}
#ifndef RXB8
#define RXB8 1
#endif
#ifndef TXB8
#define TXB8 0
#endif
#ifndef UPE
#define UPE 2
#endif
#ifndef DOR
#define DOR 3
#endif

```



```

#ifndef FE
#define FE 4
#endif
#ifndef UDRE
#define UDRE 5
#endif
#ifndef RXC
#define RXC 7
#endif
#define FRAMING_ERROR (1<<FE)
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)
#define DATA_OVERRUN (1<<DOR)
#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)
// USART Receiver buffer
#define RX_BUFFER_SIZE 6
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];
#if RX_BUFFER_SIZE <= 256
unsigned char rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#else
unsigned int rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#endif
// This flag is set on USART Receiver buffer overflow
bit rx_buffer_overflow;
// USART Receiver interrupt service routine
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)
{
char status,data;
status=UCSRA;
data=UDR;
if (data==0x23)
{
rx_counter = 0;

```

```

rx_wr_index = 0;
}
if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR |
DATA_OVERRUN))==0)
{
    rx_buffer[rx_wr_index++]=data;
#if RX_BUFFER_SIZE == 256
    // special case for receiver buffer size=256
    if (++rx_counter == 0) rx_buffer_overflow=1;
#else
    if (rx_wr_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_wr_index=0;
    if (++rx_counter == RX_BUFFER_SIZE)
    {
        rx_counter=0;
        rx_buffer_overflow=1;
    }
#endif
}
}

#ifndef _DEBUG_TERMINAL_IO_
// Get a character from the USART Receiver buffer
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
{
    char data;
    while (rx_counter==0);
    data=rx_buffer[rx_rd_index++];
#if RX_BUFFER_SIZE != 256
    if (rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
#endif
    #asm("cli")
    --rx_counter;

```

```

#asm("sei")
return data;
}
#pragma used-
#endif
// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>
// External Interrupt 2 service routine
interrupt [EXT_INT2] void ext_int2_isr(void)
{
// Place your code here
periode=pulse;
minperiode=TCNT2;
TCNT2=0;
pulse=0;
}
// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>
// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
// Place your code here
respon=1;
}
// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
// Place your code here
if (onvalve==1)
{posA++;ledrun=0;}
if (offvalve==1)
{posA--;
if (posA<=0)posA=0;

```

```

    ledrun=1;}
}
// Timer2 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM2_OVF] void timer2_ovf_isr(void)
{
// Place your code here
pulse++;
}
int read_suhu(int suhu)
{int i;
CS=1;
CS=1;
CS=1;
CS=1;
sclk=0;
sclk=0;
sclk=0;
sclk=0;
CS=0;
CS=0;
CS=0;
CS=0;
sclk=1;
sclk=1;
if(sdin==0)
{  suhu=0;
  for (i=1;i<=12;i++)
  {
    sclk=0;
    sclk=0;
    sclk=0;
    sclk=0;
    sclk=1;

```

```

    sclk=1;
    sclk=1;
    sclk=1;
    switch(i)
    { case 1 :{suhu=suhu+sdin*2048;break;}
      case 2 :{suhu=suhu+sdin*1024;break;}
      case 3 :{suhu=suhu+sdin*512;break;}
      case 4 :{suhu=suhu+sdin*256;break;}
      case 5 :{suhu=suhu+sdin*128;break;}
      case 6 :{suhu=suhu+sdin*64;break;}
      case 7 :{suhu=suhu+sdin*32;break;}
      case 8 :{suhu=suhu+sdin*16;break;}
      case 9 :{suhu=suhu+sdin*8;break;}
      case 10 :{suhu=suhu+sdin*4;break;}
      case 11 :{suhu=suhu+sdin*2;break;}
      case 12 :{suhu=suhu+sdin*1;break;}
    }
    }
    suhu=suhu*0.23214;
}
sclk=0;
sclk=0;
sclk=0;
sclk=0;
sclk=1;
sclk=1;
sclk=1;
sclk=1;
sclk=0;
sclk=0;
sclk=0;
sclk=0;
CS=1;

```

```

    CS=1;
    return suhu;
}
// Voltage Reference: AVCC pin
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (1<<REFS0) |
(0<<ADLAR))

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | ADC_VREF_TYPE;
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=(1<<ADSC);
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & (1<<ADIF))==0);
    ADCSRA|=(1<<ADIF);
    return ADCW;
}

void main(void)
{
    // Declare your local variables here
    int
    display,imov,flow,Tout,Tset,setValve,remoteValve,suhuawal,seta
    wal,scannew,flowawal,minLPM;
    unsigned char buff[16];
    unsigned char skip2[3];
    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    // Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In
    Bit1=In Bit0=In

```

```
DDRA=(0<<DDA7) | (0<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4) |
(0<<DDA3) | (0<<DDA2) | (0<<DDA1) | (0<<DDA0);
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T
Bit0=T
PORTA=(0<<PORTA7) | (0<<PORTA6) | (0<<PORTA5) |
(0<<PORTA4) | (0<<PORTA3) | (0<<PORTA2) | (0<<PORTA1)
| (0<<PORTA0);
```

// Port B initialization

// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=Out Bit3=Out Bit2=In
Bit1=In Bit0=Out

```
DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (1<<DDB4) |
(1<<DDB3) | (0<<DDB2) | (0<<DDB1) | (1<<DDB0);
```

// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=0 Bit3=0 Bit2=P Bit1=T
Bit0=0

```
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) |
(0<<PORTB4) | (0<<PORTB3) | (1<<PORTB2) | (0<<PORTB1)
| (0<<PORTB0);
```

// Port C initialization

// Function: Bit7=Out Bit6=Out Bit5=Out Bit4=Out Bit3=Out
Bit2=Out Bit1=Out Bit0=Out

```
DDRC=(1<<DDC7) | (1<<DDC6) | (1<<DDC5) | (1<<DDC4) |
(1<<DDC3) | (1<<DDC2) | (1<<DDC1) | (1<<DDC0);
```

// State: Bit7=0 Bit6=0 Bit5=0 Bit4=0 Bit3=0 Bit2=0 Bit1=0
Bit0=0

```
PORTC=(0<<PORTC7) | (0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) |
(0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) | (0<<PORTC2) | (0<<PORTC1)
| (0<<PORTC0);
```

// Port D initialization

// Function: Bit7=Out Bit6=Out Bit5=Out Bit4=Out Bit3=Out
Bit2=In Bit1=Out Bit0=In

```
DDRD=(1<<DDD7) | (1<<DDD6) | (1<<DDD5) | (1<<DDD4) |
(1<<DDD3) | (0<<DDD2) | (1<<DDD1) | (0<<DDD0);
```

```

// State: Bit7=0 Bit6=0 Bit5=0 Bit4=0 Bit3=0 Bit2=P Bit1=0
Bit0=T
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) |
(0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) | (1<<PORTD2) | (0<<PORTD1)
| (0<<PORTD0);
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 10.835 kHz
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
// Timer Period: 23.627 ms
TCCR0=0x05;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 173.363 kHz
// Mode: Fast PWM top=OCR1A
// OC1A output: Disconnected
// OC1B output: Disconnected
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer Period: 2.9937 ms
// Timer1 Overflow Interrupt: On
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x03;
TCCR1B=0x1C;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;

```



```

OCR1AH=0x04;
OCR1AL=0x8F;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 43.341 kHz
// Mode: CTC top=OCR2A
// OC2 output: Disconnected
// Timer Period: 5.0068 ms
ASSR=0x00;
TCCR2=0x02;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x45;
// External Interrupt(s) initialization
// INT0: On
// INT0 Mode: Falling Edge
// INT1: Off
// INT2: On
// INT2 Mode: Falling Edge
GICR|=(0<<INT1) | (1<<INT0) | (1<<INT2);
MCUCR=(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (1<<ISC01) | (0<<ISC00);
MCUCSR=(0<<ISC2);
GIFR=(0<<INTF1) | (1<<INTF0) | (1<<INTF2);
// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;

```

```

UCSRB=0x98;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x47;
// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// The Analog Comparator's positive input is
// connected to the AIN0 pin
// The Analog Comparator's negative input is
// connected to the AIN1 pin
ACSR=(1<<ACD) | (0<<ACBG) | (0<<ACO) | (0<<ACI) |
(0<<ACIE) | (0<<ACIC) | (0<<ACIS1) | (0<<ACIS0);
// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 173.363 kHz
// ADC Voltage Reference: AVCC pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=(1<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADATE) |
(0<<ADIF) | (0<<ADIE) | (1<<ADPS2) | (1<<ADPS1) |
(0<<ADPS0);
SFIOR=(0<<ADTS2) | (0<<ADTS1) | (0<<ADTS0);
// SPI initialization
// SPI disabled
//SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) |
(0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);
// SPI initialization
// SPI Type: Master
// SPI Clock Rate: 2764.800 kHz
// SPI Clock Phase: Cycle Start
// SPI Clock Polarity: Low
// SPI Data Order: MSB First
SPCR=(0<<SPIE) | (1<<SPE) | (0<<DORD) | (1<<MSTR) |
(0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);

```

```

SPSR=(0<<SPI2X);
// TWI initialization
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) |
(0<<TWEN) | (0<<TWIE);
// Alphanumeric LCD initialization
// TWI disabled
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 3
// D5 - PORTC Bit 4
// D6 - PORTC Bit 5
// D7 - PORTC Bit 6
// Characters/line: 16
lcd_init(16);
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("FLW&TMP CONTROL");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("BY NAJA 011");
PORTC.7=1;
posA=0;
offvalve=1;
delay_ms(2500);
offvalve=0;
PORTC.7=1;
lcd_clear();
///delay_ms(2500);
// Globally enable interrupts
#asm("sei")

```

```

// TCCR1B=0x00;
ledrun=1;
run=1;
optimal=0;
while (1)
{
//komunikasi data (exsa)
if (rx_buffer_overflow==1)
{
if ((rx_buffer[0]==0x23)&&(rx_buffer[5]==0x25))
{
switch (rx_buffer[1])
{
//read
case 76:  printf ("04;");
          break;
case 77:  printf ("%d;",LPM);
          break;
case 78:  printf ("%d;",Tout);
          break;
case 79:  printf ("%d;",posA);
          break;
case 80:  printf ("%d;", override); //p
          break;
case 81:  printf ("%d;", run);
          break;
case 82:  printf ("%d;\n", backlight);
          break;
//write
case 83:  skip2[0]=rx_buffer[2];
          skip2[1]=rx_buffer[3];           //s
          skip2[2]=rx_buffer[4];

```

```

        remoteValve=atoi(skip2);
break;

        case 84: if(rx_buffer[4]=='1')override=1;
                  else if(rx_buffer[4]=='0')override=0;    //t
                  break;
        case 85: if(rx_buffer[4]=='1')run=1;
                  else if(rx_buffer[4]=='0')run=0;
                  break;
        case 86: if(rx_buffer[4]=='1')backlight=1;
                  else if(rx_buffer[4]=='0')backlight=0;
                  break;
    }
}
else { printf("error");}

rx_buffer_overflow=0;
}
if (respon==1)
{
    display++;

    // if (run==1)
    // {
    if (posA<=(setValve-1))
    {
        onvalve=1;
        offvalve=0;
        delay_us(100);
        imov=read_adc(3);
        //if(imov<=2)posA=100;
        //TCCR1A=0x00;
        //TCCR1B=0x03;
    }
}

```

```

// TCNT1H=0x00;
// TCNT1L=0x00;
}
else onvalve=0;

if(posA>=(setValve+1))
{
offvalve=1;
onvalve=0;
delay_us(100);
imov=read_adc(3);
// if(imov<=2)posA=0;
//TCCR1A=0x00;
// TCCR1B=0x03;
// TCNT1H=0x00;
//TCNT1L=0x00;
}
else offvalve=0;
// }
// else {offvalve=1;ledover=0;onvalve=0;TCCR1A=0x00;
// TCCR1B=0x00;posA=0;ledrun=0;}
respon=0;
}
if (display>=21) // 1 detik
{
Tset=30+(read_adc(0)/25);
flow=read_adc(1)/12.8;
//setValve=flow;)
Tout=read_suhu(Tout);
if (run==1 )
{ ledrun=1;
if ((Tout<=Tset-1)&&(optimal==0))
{

```

```

        if(LPM<flow)
        {if(setValve<=99)setValve++;
        if (suhuawal<Tout)optimal=2; //start find maksimum
flow when T rise
        else if (suhuawal>Tout)optimal=3; // start find maksimu
flow T down
        }
        else if (LPM>flow)
        { if (setValve>=1)setValve--;
        }
    }
    else if ((Tout>=Tset+1)&&(optimal==0))
    {
        if(LPM<flow)
        { if(setValve<=99)setValve++;
        if (suhuawal>Tout)optimal=3;
        }
        else if (LPM>flow)
        {if (setValve>=1)setValve--;
        // if (suhuawal>Tout)optimal=3;
        }
    }
    if ((Tout<=Tset-1)&&(optimal==2)) // maksimum flow T
at valve open
    {if (LPM<flow)
    {
        if(setValve<=99)setValve++;
        if (suhuawal>Tout)optimal=1;
    }
    else if (LPM>flow)
    { if(setValve>=1)setValve--;
    }
    }

```

```

        else if ((Tout>=Tset+1)&&(optimal==2)) // maksimum
flow at valve open
        { if (setValve<flow)setValve--;
        }

        if ((Tout<=Tset-1)&&(optimal==3)) //minimum flow at
valve close
        { if(setValve>=1)setValve--;
        }
        else if ((Tout>=Tset+1)&&(optimal==3))
        {
        if (LPM<flow)
        {
        if (setValve<=255)setValve++;
        }
        else if (LPM>flow)
        {
        if(setValve>=1)setValve--;
        }
        }
if((LPM>=flow)&&(Tout<=Tset)&&(setValve>=99))ledover=1;
        else ledover=0;
        if (override==1)setValve=remoteValve; //usrookkkk
        //if ((Tout<=Tset-
1)&&(LPM>=flow)&&(optimal==1))ledover=1;
        //else ledover=0;
    }
    else
    { setValve=0;
      ledrun=0;
      ledover=0;

```



```

        setValve=read_adc(1)/10;
    }
    //program
    if ((scannew>=120)||((setawal!=Tset)||((flow!=flowawal))
    {
        if(flow!=flowawal)
        {lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Qset=");
        sprintf(buff,"%2dL ",flow/10);
        lcd_puts(buff);
        }
        else if ((scannew>=120)||((setawal!=Tset))
        {lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Tset=");
        sprintf(buff,"%2dC ",Tset);
        lcd_puts(buff);
        }
        scannew=0;optimal=0;
    }
    suhuawal=Tout;
    setawal=Tset;
    flowawal=flow;
    scannew++;
    //setValve=5;//(flow-30)*2,5;
    //buat variable nilai awal
    //cari nilai dari delta suhu target
    //nilai delta itu menghasilkan penmbahan bukaan valve
    //setvalve = setvalve - (Tset-Ttarget)*1;
    //batasi dengan if maximum & minimum flow
    //eksekusijika beda data awal dg data baru 10
    //max6675
    lcd_gotoxy(9,0);
    lcd_putsf("T=");

```

```

    sprintf(buff,"%4dC",Tout);
    lcd_puts(buff);
    if((periode==0)&&(minperiode==0))frek=0;
    else frek=10000/((periode*0.185)+(minperiode*0.000723));
    LPM=frek*0.130985915;
    minLPM=LPM/10*10;
    minLPM=LPM-(minLPM*10);
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("VAL=");
    sprintf(buff,"%3d%c",posA,'%');
    lcd_puts(buff);
    lcd_gotoxy(9,1);
    lcd_putsf("LPM=");
    sprintf(buff,"%1d,%1d",LPM/10,minLPM);
    lcd_puts(buff);
    pulse=0;
    TCNT2=0;
    periode=0;
    minperiode=0;
    // PORTD.5=~PORTD.5;
    display=0;
}
}
}

```

BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama Ahmad Najahul Khoir dilahirkan di Jember pada tanggal 06 September 1996. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari orang tua Bapak Suhartono dan Ibu Nanik Lestari. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Muslimat NU 55 Kesilir Wuluhan, SD NU XI Yasinat Wuluhan, SMPN 1 Ambulu Jember, dan SMAN Ambulu Jember. Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi yaitu di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, tepatnya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi di tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 10 51 15 000 00 011.

Di Departemen Teknik Instrumentasi ini penulis aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan seperti di BEM FTI-ITS Totalitas Berdedikasi sebagai Staff Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) periode 2016/2017 dan di Himpunan Mahasiswa Teknik Instrumentasi (HIMATEKINS) FV ITS sebagai Ketua bidang Pelatihan PSDM periode 2017/2018. Pada laporan ini, penulis telah melaksanakan Kerja Praktik di PT. PJB UP Paiton, Probolinggo.

Selesainya Tugas Akhir ini diajukan penulis untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Ahli Madya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

ahmaadnaja@gmail.com